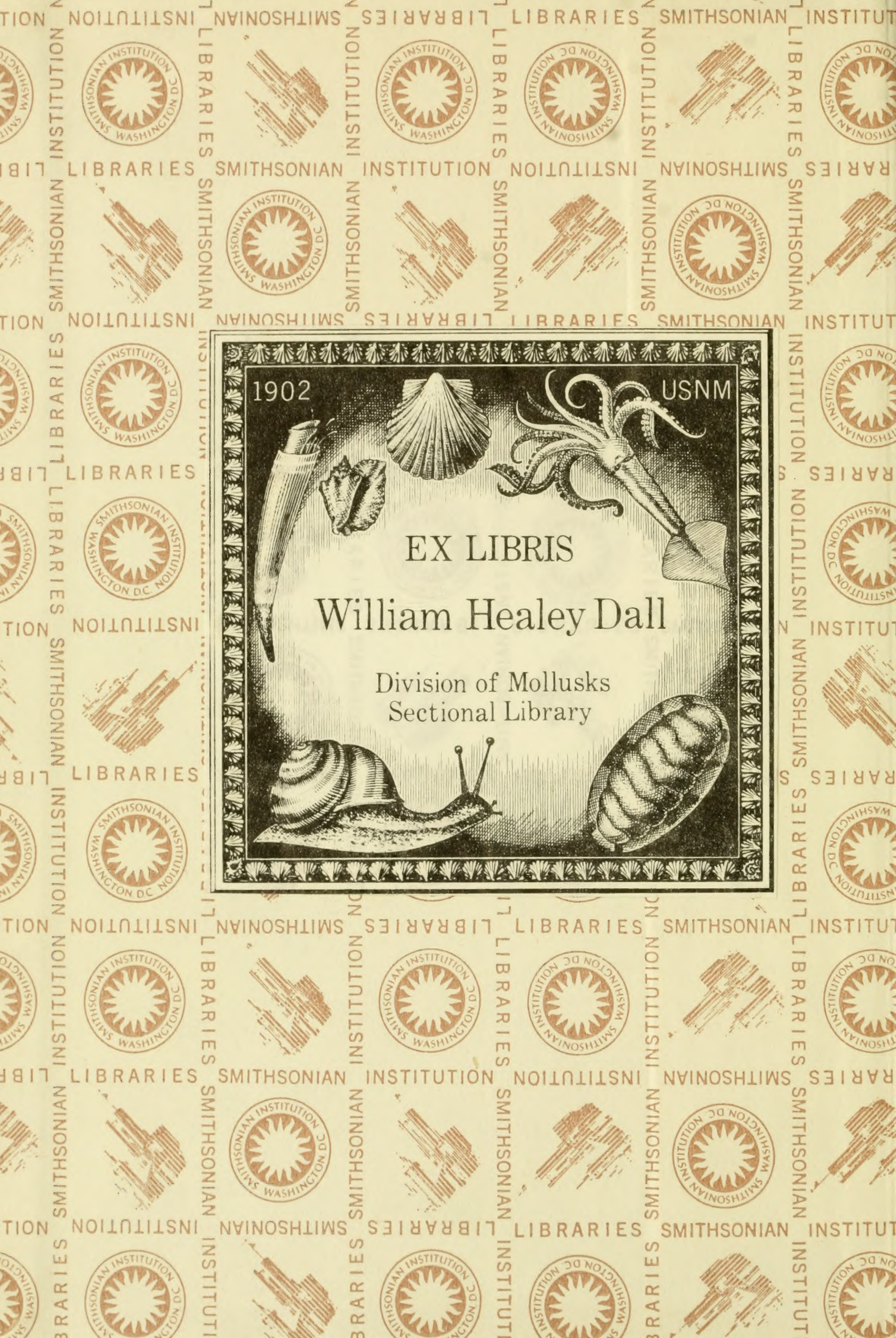


1902
USNM
EX LIBRIS
William Healey Dall
Division of Mollusks
Sectional Library



Künkel

Zur Biologie der Lungenschnecken.

Ergebnisse
vieljähriger Züchtungen und Experimente.

Von

Karl Künkel.

Mit 48 Textfiguren und einer farbigen Tafel.

Veröffentlicht mit Unterstützung der
Heidelberger Akademie der Wissenschaften
(Stiftung Heinrich Lanz).

Heidelberg 1916.
Carl Winters Universitätsbuchhandlung.

Verlags-Nr. 1316

Zur Biologie der Lungenschnecken.

Ergebnisse
vieljähriger Züchtungen und Experimente.

Von

Karl Künkel.

Mit 48 Textfiguren und einer farbigen Tafel.

Veröffentlicht mit Unterstützung der
Heidelberger Akademie der Wissenschaften
(Stiftung Heinrich Lanz).

Heidelberg 1916.
Carl Winters Universitätsbuchhandlung.

Verlags-Nr. 1316


SMITHSONIAN
APR 18 1956
LIBRARY

Dem Andenken

meiner lieben Frau und Mitarbeiterin

Ida Genoveva geb. Fischer

in Dankbarkeit gewidmet.

Vorrede.

Als ich mich vor nunmehr zwanzig Jahren mit der Biologie der Pulmonaten zu beschäftigen begann, traf ich beim Studium der einschlägigen Literatur auf eine Reihe teils ungelöster, teils unbefriedigend gelöster Probleme:

Über die biologische Bedeutung des Wassers, das, wie wir sehen werden, eine so wichtige Rolle im Leben der Pulmonaten spielt, war man nicht genügend orientiert; ja, man war sich nicht einmal klar darüber, wie die Schnecken die zu ihrem Lebensunterhalte nötige Wassermenge zu sich nehmen. Es darf uns deshalb auch gar nicht wundern, daß manche, an den Schnecken und ihren inneren Organen beobachtete, durch Wasserarmut bedingte Veränderungen auf Nahrungsmangel zurückgeführt wurden.

Völlig im unklaren war man über die Lebensdauer der Schnekken, ihr Alter beim Eintritt der Geschlechtsreife und ihre Vermehrungsfähigkeit. Selbst von dem bekannten *Arion empiricorum* (der roten Wegschnecke) wußte man nicht bestimmt, wie alt er werde, und ob er nach erlangter Geschlechtsreife nur einmal oder mehrmals kopuliere und nur einmal oder mehrmals Eier ablege.

Auch über die Zugehörigkeit junger und halb erwachsener Nacktschnecken zu einer bestimmten Art war man wegen der verschiedenartigen Färbung und Zeichnung ihres Körpers nicht im klaren. Bei *Arion empiricorum* wurden sogar — wie meine Zuchtversuche ergaben — die Nachkommen ein und desselben Muttertieres für verschiedene Arten gehalten, während umgekehrt *Limax cinereus* und *L. cinereoniger* unter der Bezeichnung *L. maximus* zu einer Art zusammengefaßt wurden.

Bei den Landpulmonaten hielt man eine Selbstbefruchtung für unmöglich, weil man der irrigen Ansicht war, bei den Schnecken könne eine Selbstbefruchtung nur nach vorangegangener Selbstbegattung stattfinden. Zu einer solchen sind die Landpulmonaten allerdings nicht befähigt, weil sie aus morphologisch-physiologischen Gründen außerstande sind, ihr männliches Kopulations-

organ in die eigene weibliche Genitalöffnung einzuführen; eine Selbstbefruchtung aber findet trotzdem bei manchen von ihnen statt.

Auf experimentellem Wege sowie durch vieljährige und ausgedehnte Zuchtversuche mit Nackt- und Gehäuseschnecken gelang es mir, unter anderm Klarheit zu schaffen:

1. über die Wasseraufnahme und Wasserabgabe bei den Landpulmonaten;
2. über die biologische Bedeutung des Wassers für die Schnekken, ihre Eier und die Embryonalentwicklung;
3. über Wachstum, Verfärbung, Farbenveränderungen, Geschlechtsreife, Vermehrungsfähigkeit, Selbstbefruchtung und Lebensdauer der Schnecken.

Für mich waren diese Ergebnisse um so erfreulicher, als die Untersuchung den langen Zeitraum von fünfzehn Jahren beanspruchte und ich zur Durchführung der Zuchtversuche mehrere tausend Mark für Futter und Schneckenställe aufwenden mußte.

Ausgeführt wurden die Zuchtversuche hauptsächlich während meiner unterrichtlichen Tätigkeit am Großherzoglichen Lehrerseminar in Ettlingen bei Karlsruhe, einem am Eingange eines Schwarzwaldtales (Albtales) gelegenen Städtchen, dessen nächste, aus Lößboden bestehende Umgebung in ihren prächtigen Laub- und gemischten Waldungen auffallend viel Nacktschnecken beherbergt.

Hier mußte ich sämtliche Ferien und meine ganze freie Zeit der Schneckenzucht widmen und Tag für Tag bis tief in die Nacht hinein experimentieren, um das sich stetig mehrende Untersuchungsmaterial bewältigen zu können. Aber trotz alledem wäre es mir unmöglich gewesen, die Schneckenzucht in größerem Maßstabe zu betreiben, wenn nicht meine Frau, in der ich eine verständnisvolle, mit vorzüglicher Beobachtungsgabe ausgestattete, gewissenhafte und unermüdliche Mitarbeiterin besaß, die mühsame und viel Zeit erfordernde Pflege der Jungbrut übernommen und mit glänzendem Erfolge durchgeführt hätte.

Zu großem Danke bin ich dem Großherzoglich badischen Unterrichtsministerium verpflichtet, das mir, nach Abschluß der Zuchtversuche, im Interesse der Wissenschaft sowie in Rück-

sicht auf die praktische Bedeutung mancher Ergebnisse einen längeren Urlaub zur Bearbeitung des umfangreichen Materials gewährte.

Ganz besonderen Dank sage ich Herrn Geheimen Rat Professor Dr. O. BÜTSCHLI - Heidelberg, der mir bei Bearbeitung meiner Untersuchungen jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand und die große Güte hatte, das Manuskript einer kritischen Durchsicht zu unterziehen.

Aufrichtigen Dank schulde ich ferner der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, die einen beträchtlichen Teil der Druckkosten übernahm.

Das Buch selbst besteht aus zwei Teilen: Der erste behandelt die biologische Bedeutung des Wassers, der zweite die Zuchtversuche. Letztere mußten aus Zeitmangel in gedrängter Form dargestellt werden.

Über die bei den Experimenten und Zuchtversuchen angewendeten Methoden geben die einzelnen Kapitel Aufschluß.

Die hinter den Autornamen in Klammern stehenden Zahlen beziehen sich auf die Nummern des Literaturverzeichnisses.

In den schematisch gehaltenen Textfiguren wurde nur das Typische hervorgehoben.

Die Angaben über die Lufttemperaturen und die relative Feuchtigkeit wurden teils von mir selbst notiert, teils den „Jahresberichten des Zentralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden" entnommen, die mir vom Bearbeiter derselben, Herrn Professor Dr. CH. SCHULTHEISS - Karlsruhe, in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurden.

Verschiedene vorläufige Mitteilungen (siehe Literaturverzeichnis Nr. 57 bis 65) sind bereits in die Literatur übergegangen.

Mannheim, im September 1916.

KARL KÜNKEL.
Großh. bad. Schulkommissär.

Inhaltsübersicht.

Textfiguren.

Farbige Tafel.

Sämtliche Schnecken sind nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 1. *Arion simrothi* Künkel aus meiner Zucht von 1903/1904. Zehn Monate alt; erwachsen. Natürliche Größe.

,, 2. Derselbe von oben.

,, 3—5. Abnormer *Arion simrothi* Künkel (Buckelschnecke) aus meiner Zucht von 1903/1904. Natürliche Größe (nach Simroth, Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 82. Tafel 29).

Fig. 3: Von links. Der helle Fleck am Mantel rührt von einer Verletzung her.

,, 4. Derselbe von rechts, aber weniger gestreckt als in Fig. 3.

,, 5. Derselbe von oben.

ERSTER TEIL.

Die biologische Bedeutung des Wassers für die Landpulmonaten.

Als ich im Sommer 1896 mit meinen malakozoologischen Untersuchungen begann, wußte man wohl, daß die Schnecken zur Entfaltung ihrer Lebensenergie relativ großer Wassermengen bedürfen: aber man war sich nicht klar darüber, wie sie das nötige Wasser zu sich nehmen, ob sie es ausschließlich trinken, oder ob auch ein Teil seinen Weg durch die Haut in den Schneckenkörper nimmt.

Stete Beobachtungen in der freien Natur, besonders während des Regens und unmittelbar nach demselben, sowie eine Reihe von Experimenten gaben mir Aufschluß über die Wasseraufnahme und setzten mich in den Stand, die biologische Bedeutung des Wassers wenigstens insoweit zu ermitteln, als dies zu einer gedeihlichen Schneckenzucht erforderlich ist.

Im folgenden werde ich besprechen:

1. Den Schneckenschleim, sein Verhalten zum Wasser und seine Bedeutung für die Schnecken.
2. Die Wasseraufnahme und die Bedeutung des aufgenommenen Wassers.
3. Die Wasserabgabe und ihre Folgen.
4. Den Einfluß des Wassers auf die Vermehrung und die geographische Verbreitung der Schnecken.

I. Kapitel.

Der Schleim.

Sein Verhalten zum Wasser und seine Bedeutung für die Schnecken.

Der Schneckenschleim ist kein schädliches Exkret, das aus dem Organismus der Tiere entfernt werden müßte, sondern ein Stoff, dessen biologische Bedeutung von allergrößter Wichtigkeit für die Existenz der Schnecken ist; deshalb soll dessen Verhalten zum Wasser in allererster Linie besprochen werden.

1. Schleimentziehung und Eigenschaften des frisch entleerten Schleimes.

Zu starker Schleimauspressung können die Landpulmonaten, vor allem die Nacktschnecken, dadurch veranlaßt werden, daß man sie mit einem leichtlöslichen Salz bestreut oder mit einer Salzlösung begießt.

Da die Tiere bei diesem Verfahren eingehen und der Schleim unerwünschte Beimischungen erhält, durfte ich diese Methode nicht anwenden. Ich mußte reinen, also salzfreien Schleim haben, und den erhielt ich, wenn ich die Schnecken auf kurze Zeit der Einwirkung von Chloroform- oder Ätherdämpfen aussetzte.

Die Schnecken, denen Schleim entzogen werden sollte, wurden in ein entsprechend großes, zuvor tariertes Uhrglas gesetzt und, nachdem ein mit Chloroform befeuchtetes Stück Filtrierpapier unter das Uhrglas gelegt worden war, mit einem weiten Glasgefäß bedeckt. Mit dem flüssigen Chloroform kamen die Schnecken nicht in Berührung. Trotzdem aber kontrahierten sie ihre gesamte Muskulatur sofort so stark, daß sie sich mit einer dichten Schleimschichte umgaben, die teils den Hautdrüsen, teils der Fußdrüse entstammte und relativ leicht abzunehmen war.

Je nachdem die Schnecken ihre Muskulatur mehr oder weniger stark kontrahierten, oder mehr oder weniger wasserreichen Schleim enthielten, betrugen die entzogenen Schleimquantitäten 13 bis 30% vom Körpergewichte des Tieres. Wasserreiche Schnecken scheiden ein größeres Schleimquantum ab als wasserarme, gleichgroße Tiere derselben Art. Der Grund hierfür liegt, wie wir später sehen werden, in der starken Quellbarkeit des Schleimes.

Die kleineren (jungen) Schnecken gingen infolge der Schleimentleerung fast regelmäßig zugrunde, während die größeren am Leben blieben, sich aber nicht so weit ausstrecken konnten, als dies vor der Schleimentziehung der Fall war. Mit dem Schleim ging auch die Plastizität der Schnecken zum Teil verloren.

Limax arborum hat ein durchscheinendes Hinterende. Nach der Schleimentziehung war davon nichts mehr wahrzunehmen, und auch andern Tags, als die Schnecken durch Wassertrinken ihr Gewicht, das sie vor der Schleimentziehung besaßen, wieder erreicht hatten, war das Hinterende nicht wieder durchscheinend geworden; wohl aber war dies einige Tage später der Fall, nach-

dem sich wieder neuer Schleim gebildet hatte. Mithin ist es der wasserreiche Schleim, der das Hinterende des *Limax arborum* und der jungen *Limax cinereoniger* durchscheinend macht.

Junge Schnecken aller Arten scheiden wasserhellen Schleim ab. Erst wenn sich Farbstoffe gebildet haben, ändert auch der Schleim seine Farbe. Allerdings gehören hierher nur die gelben und roten Pigmente; dunkle, schwarze und violette Farbstoffe werden bei unseren Nacktschnecken niemals nach außen abgegeben.

Daß sich bei den Arionen der rote Farbstoff in der Epidermis der Runzeln entwickelt und nicht in der Cutis, zeigt folgendes Vorkommnis. Rote *Ar. empiricorum* und eine Anzahl *Limax cinereus* erhielten einen gemeinsamen Stall. Nachdem den *Arionen* von den *Limaces* die Runzeln abgefressen worden waren, hatten sie eine weiße Farbe, und als sie dann vermittelst Chloroform getötet wurden, schieden sie wasserhellen Schleim ab. Nur am Fußrande, wo die Haut noch intakt war, preßten sie roten Schleim aus. Würde der rote Farbstoff sich in den tieferen Lagen der Cutis bilden, so hätte auch an den der Epidermis beraubten Stellen roter Farbstoff abgeschieden werden müssen. Oft ist der Schleim des *Arion empiricorum* durch beigemischten kohlensauren Kalk milchweiß gefärbt. Ganz besonders ist dies bei der Varietät „*ater*“ der Fall, kommt aber auch bei der Varietät „*rufus*“ vor.

Der Schleim des erwachsenen *Limax cinereoniger* und des *Limax cinereus* ist grünlich gefärbt, der von *Limax variegatus* und *Limax tenellus* gelblich, der von *Limax arborum* wasserhell und der von *Agriolimax agrestis* und *Amalia marginata* infolge beigemischten Kalkes milchweiß.

Die Konsistenz des Schleimes ist von seinem größeren oder kleineren Wassergehalt abhängig. Äußerst zähen Schleim hat *Amalia marginata*.

Zur mikroskopischen Untersuchung des Schleimes gab mir folgendes Vorkommnis Veranlassung: Als ich mich mit der Wasserabgabe des *Limax arborum* beschäftigte, preßten sehr wasserreiche Tiere, wenn man sie etwas unsanft anfaßte, so viel Wasser aus der Haut aus, daß Tropfen zur Erde

fielen. Enthalten diese Tropfen Schleim oder nicht? Diese Frage interessierte mich schon deshalb, weil ich im Verlaufe meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme zu der Überzeugung gekommen war, daß ein großer Teil des von den Schnecken getrunkenen Wassers dem in den Schleimdrüsen enthaltenen Schleim zugeführt und von diesem aufgesaugt werde. Künftighin ließ ich die vermeintlichen Wassertropfen auf Objektträger fallen und untersuchte sie mikroskopisch. Tatsächlich enthielten sie Schleim. Zu meiner nicht geringen Überraschung sah ich aber auch bei starker Vergrößerung eine Menge elliptischer heller Körperchen, die ich anfänglich für Parasiten hielt. Herr Professor Dr. Bethe-Straßburg, bei dem ich damals Psychophysiologie studierte, und dem ich die Sache gelegentlich zeigte, hielt sie für Protozoen.

Auf Grund dieser Entdeckung reizte ich Schnecken aller Arten zur Kontraktion und Schleimauspressung, und stets fand ich in dem ausgeschiedenen Schleime die genannten Körperchen. Um zu sehen, ob sie auch im Fußdrüsenschleim enthalten seien, ließ ich die Schnecken über Objektträger kriechen, und in der Tat waren die Körperchen auch im mittleren Teile der Schleimspur vorhanden (s. Fig. 1).

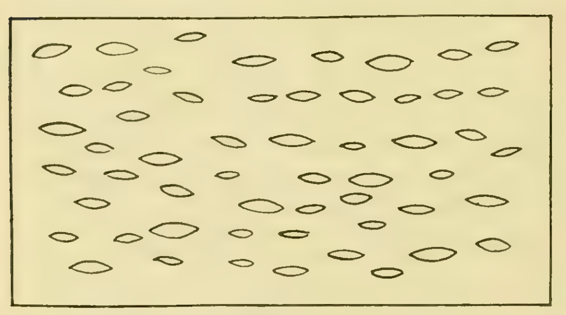


Fig. 1.
Schleimkörperchen eines *Arion empiricorum*. 500fach vergrößert.

Die Körperchen selbst sind nicht gleichgroß. Sie messen 0,0055 auf 0,0033 mm bis 0,0110 auf 0,0044 mm. Unter dem Deckglas behalten die Körperchen ihre Gestalt und Größe stundenlang bei; an der Luft aber platzen sie und liefern eine homogene, schleimige Masse. Führte ich den unter dem Deckglas liegenden Körperchen Wasser von 18 bis 20° C zu, so quollen sie sehr rasch ganz gewaltig auf, und manche nahmen amöboide Gestalt an (siehe Fig. 2). Gab ich dann angewärmtes Wasser bei, so nahmen sie plötzlich Kugel-

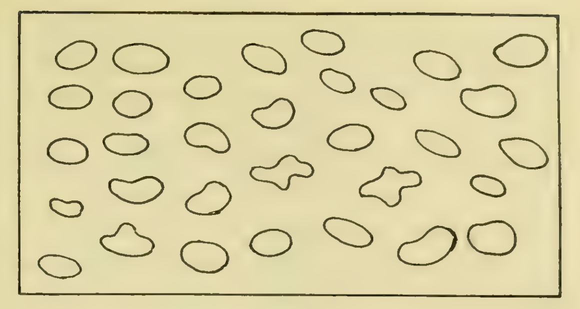


Fig. 2.
Schleimkörperchen eines *Arion empiricorum* nach Wasserzugabe.

gestalt an (siehe Fig. 3) und explodierten später. Bei Zusatz von Essigsäure nahmen sie aber nicht erst Kugelgestalt an, sondern explodierten sofort. Das durch die Explosion entstandene Produkt war schleimig und quoll, nachdem ich es hatte eintrocknen lassen, wieder auf.

Parasiten sind diese Körperchen sicher nicht; denn sie waren nicht nur im Körper- und Fußdrüsenschleim erwachsener Schnecken enthalten, sondern befanden sich auch im Schleime der von mir gezüchteten, frisch geschlüpften Tiere. Da sie sowohl unter der Einwirkung der atmosphärischen Luft als des Wassers platzen und eine schleimige, quellbare Substanz liefern, nenne ich sie „Schleimkörperchen".

Über ihre Herkunft und Abstammung nähere Untersuchungen anzustellen, war mir wegen meiner ausgedehnten Schneckenzucht nicht möglich. Zu meiner Freude aber fand ich auf S. 4 und 5 der Inauguraldissertation Sempers (98), daß er schon im Jahre 1856 „eine Menge kleiner spindelförmiger oder länglichrunder Körper im frischen Schneckenschleim fand, die sowohl an der Luft als in Berührung mit Wasser schnell aufquollen und barsten. Essigsäure und Alkalien bringen sie häufig unter Trübung ihres Inhaltes ebenfalls zum Platzen."

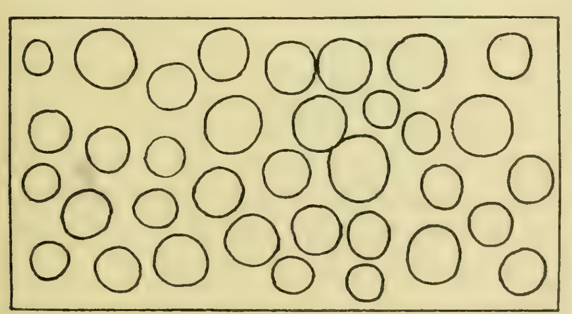


Fig. 3.
Schleimkörperchen eines *Arion empiricorum* nach Zusatz von angewärmtem Wasser.

Daß die Körperchen beim Stehen des Präparats an der Luft zerfließen und platzen, beobachtete auch ich; niemals aber bemerkte ich ein Aufquellen ohne Wasserzufuhr. Semper war der erste, der die Schleimdrüsen der Schnecken näher untersuchte. Auf Schnitten, die er durch langsam eingetrocknete Tiere legte, fand er „das Lumen der Drüsen ganz angefüllt mit nicht sehr großen Zellen, in welchen man kleine spindelförmige Kerne sieht." Er nahm nun an, „daß mit dem Sekrete der Schleimdrüsen auch Drüsenzellen ausgeführt werden, von denen man dann nur die Kerne noch aufzufinden imstande ist." Semper hält also die Schleimkörperchen für Zellkerne (98, S. 6).

F. Leydig (77, S. 223 u. 224), der die Einzelligkeit der Schleimdrüsen nachwies, nennt die „eigenartigen Körperchen" wegen ihrer Form „Spitzweckchen", hat aber „über ihre Entstehung noch keine Kenntnis." Als Zellkerne scheint er sie also nicht anzuerkennen.

Im Interesse der Schleimbildungstheorie wäre es wünschenswert, daß hierüber weitere Forschungen angestellt würden.

Arion empiricorum und *Limax agrestis*, die in der Nähe menschlicher Wohnungen gesammelt wurden, enthielten nicht selten Nematoden in ihren Schleimdrüsen. Bei den von mir gezüchteten Tieren traf ich solche niemals an.

2. Das Verhalten des Schleimes zum Wasser.

Durch die mit dem Schleim angestellten Versuche sollte ermittelt werden, ob der Schleim hygroskopisch ist, ob und wieviel Wasser er einsaugt, wenn er mit solchem in Berührung kommt, und ob er, zur Kruste vertrocknet, wieder aufquillt.

Um zu sehen, ob der Schleim hygroskopisch sei, d. h. ob er die Fähigkeit habe, aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft Wasser aufzunehmen, wurden viele Versuche in nachstehend geschilderter Weise ausgeführt.

In ein entsprechend hohes und weites zylindrisches Glasgefäß mit ebengeschliffenem Rande gab ich etwas Wasser, stellte ein kleineres zylindrisches Glasgefäß hinein und deckte das größere

mit einer ebengeschliffenen Glasplatte ab. Nachdem dann ein den Schleim bergendes Uhrglas auf das kleinere Glasgefäß gestellt worden war, wurde die Glasplatte aufgekittet.

Im Winter wurden die Versuche im geheizten Zimmer ausgeführt.

Der Schleim wurde entweder unmittelbar nach der Entleerung aus dem Schneckenkörper zum Versuch verwendet, oder er wurde zuvor mehr oder weniger weit, in mehreren Fällen sogar zur Kruste eingetrocknet. In allen Fällen wurde sein Gewicht unmittelbar vor Beginn und nach Beendigung des Versuches auf einer Wage bestimmt, die auf 1 mg noch einen Ausschlag gab.

Obgleich nach einigen Stunden die im Glase eingeschlossene Luft mit Wasserdampf gesättigt war, konnte eine Gewichtsvermehrung des Schleims nie konstatiert werden und zwar auch dann nicht, wenn der Schleim bis zu zwei Tagen in dem Glase belassen wurde.

Daraus ergibt sich: Schneckenschleim nimmt aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft kein Wasser auf; er ist nicht hygroskopisch.

Anders war es, wenn der Schleim mit Wasser in Berührung kam. Er sog solches ein, quoll — je nach dem Wassergehalt, den er zu Beginn des Versuches hatte — zu einer mehr oder weniger voluminösen, gallertartigen Masse auf und konnte, zur Kruste vertrocknet, abermals zum Aufquellen gebracht werden. Innerhalb einiger aufeinanderfolgenden Tage konnte der Schleim zu wiederholten Malen ein Austrocknen und Wiederaufquellen ertragen.

Bevor ich das Gewicht des gequollenen Schleimes bestimmte, ließ ich nicht nur alles nicht aufgesaugte Wasser ablaufen, sondern saugte auch die dem Schleime und dem Uhrglas anhaftenden Wasserteilchen vermittelst Filtrierpapieres weg und wartete dann noch einige Zeit zu, um ganz sicher zu sein, daß alles vom Schleim nicht eingesaugte Wasser entfernt sei.

Ausgedrückt wurde die vom Schleim aufgesaugte Wassermenge in Prozenten des Gewichtes, das der Schleim zu Beginn des Versuches hatte.

Die von frisch sezerniertem Schleime aufgesaugten Wassermengen waren relativ sehr verschieden. Schleim, welcher wasserarmen Schnecken entzogen wurde, sog in einer bestimmten Zeit relativ mehr Wasser ein und quoll stärker auf als solcher, der von Tieren mit höherem Wassergehalt stammte.

Schleim wasserreicher *Limax arborum* erfuhr in einer Stunde einen Gewichtszuwachs von 70 % und in zwei Stunden einen solchen von 88 bis 90 %.

Bei mittlerem Wassergehalt der Schnecken betrug der Gewichtszuwachs frisch sezernierten Schleimes während eines zweistündigen Aufenthaltes unter Wasser:

200—255 % bei *Helix pomatia*,
200—221 % bei *Limax agrestis*.

Schleim, der wasserarmen *Arion empiricorum* entzogen wurde, vermehrte sein Gewicht während eines einstündigen Aufenthaltes unter Wasser um 500 bis 535 %, während solcher, der von *Empiricorum* mit mittlerem Wassergehalt stammte, in derselben Zeit einen Gewichtszuwachs von nur 123,5 % erfuhr.

Infolge eines zweistündigen Aufenthaltes unter Wasser erhöhte der Schleim des *Arion empiricorum* sein Gewicht um 180 bis 200 %, wenn er Tieren von mittlerem Wassergehalt entzogen wurde, und um 770 bis 985 %, wenn er von wasserarmen Schnecken stammte.

Die Quellbarkeit des Schleimes ist also von dem Wassergehalt abhängig, den er zu Beginn des Versuches hat. Schleim wasserarmer *Arionen*, *Limax cinerconiger*, *Limax cinereus* und *Limax variegatus*, der 12 bis 14 Stunden unter Wasser gehalten wurde, quoll zu einem sehr dicken gallertigen Wulste auf und erhöhte sein Gewicht

um 1000—1047 % bei *Ar. emp.*, und
um 1000—1087 % bei *L. variegatus*.

Näheres über die Quellbarkeit frisch sezernierten Schleimes wolle der beigegebenen Tabelle entnommen werden.

TABELLE
über die Quellbarkeit frisch sezernierten Schleimes.

Name der Schnecke	Gewicht des frisch sezernierten Schleimes in g	Gewicht des gequollenen Schleimes in g	Aufgesaugtes Wasser in g	Aufgesaugtes Wasser in % des ursprüngl. Schleimgewichts	Der Schleim wurde unter Wasser gehalten Stunden:	Bei der Schleimabgabe war die Schnecke:
Arion empiricorum Nr. 1	0,200	1,270	1,070	535	1	wasserarm
	0,200	2,170	1,970	985	2	
,, ,, Nr. 2	0,805	1,805	1,000	123,50	1	von mittlerem Wassergehalt
,, ,, Nr. 3	0,810	2,320	1,510	186,42	2	
,, ,, Nr. 4	0,170	1,480	1,310	770,54	2	wasserarm
	0,170	1,950	1,780	1047,05	12	
Limax cinereoniger	1,365	3,065	1,700	124,10	2	von mittlerem Wassergehalt
	1,365	5,510	4,145	302,58	6	
,, *variegatus* Nr. 1 ..	0,600	2,420	1,820	303,33	2	von geringem Wassergehalt
,, ,, Nr. 2 ..	0,390	1,960	1,570	402,55	2	
	0,390	4,630	4,240	1087,18	12	
Amalia marginata	0,492	3,810	3,318	674,39	5	von mittlerem Wassergehalt
Limax agrestis Nr. 1	0,200	0,350	0,150	75	2	wasserreich
,, ,, Nr. 2	0,140	0,450	0,310	221,42	2	von mittlerem Wassergehalt
,, *arborum* Nr. 1 ...	0,905[1]	1,540	0,635	70,17	1	wasserreich
,, ,, Nr. 2 ...	0,400[1]	0,755	0,355	88,75	2	
Helix pomatia	0,380	1,350	0,970	255,26	2	von mittlerem Wassergehalt

[1] Die 0,905 g und 0,400 g Schleim wurden nicht einem Tier, sondern 5 Tieren entzogen.

Blieb der Schleim, wenn das Maximum seiner Quellbarkeit erreicht war, noch unter Wasser, so ging er in den dünnflüssigen Zustand über. Frisch sezernierter Schleim von *Ar. emp.*, *L. cinereoniger*, *L. cinereus* und *L. variegatus* wurde dünnflüssig, wenn er 15—20 Stunden unter Wasser gehalten wurde, während der Schleim von *Limax arborum*, *Limax tennellus* und *Limax agrestis* schon nach 3 bis 5 Stunden in den dünnflüssigen Zustand überging.

Schleimkörperchen enthält der unter Wasser gehaltene, stark aufgequollene Schleim nicht mehr. Das aufgesaugte Wasser brachte sie zum Aufquellen und Platzen. Wohl aber finden sie sich, wie dies bei *Limax arborum* der Fall ist, in frisch sezerniertem Schleime auch dann noch, wenn dieser sehr wasserreich ist. Entweder reichte das Wasser, das dem Schleime durch das Blut zugeführt wurde, zum Verflüssigen aller Schleimkörperchen nicht aus, oder es hatte Stoffwechselprodukte aufgenommen, wodurch eine Art Gleichgewicht zwischen dem Inhalt der Schleimkörperchen und der Flüssigkeit hergestellt und so ein Aufquellen und Platzen der Körperchen ausgeschlossen wurde.

Frisch sezernierter Schleim ist in den meisten Fällen stark quellbar, weil die Schnecken, und damit auch der Schleim, nur selten ihren höchsten Wassergehalt besitzen.

Daß der Wassergehalt frisch sezernierten Schleimes tatsächlich vom jeweiligen Wassergehalt der Schnecke abhängig ist, zeigen nachstehend zusammengestellte Versuche, bei denen ermittelt wurde, wie viel Wasser frisch sezernierter Schleim abgibt, wenn man ihn an der Luft zur Kruste eintrocknen läßt.

Aus den mit frisch sezerniertem Schleim angestellten Austrocknungsversuchen (s. Tabelle S. 13) ergab sich:

Je wasserreicher eine Schnecke ist, desto wasserreicher ist ihr Schleim.

Schleim, der wasserreichen Nacktschnecken entzogen und an der Luft zur Kruste eingetrocknet wurde, reduzierte sein Gewicht infolge Wasserverdunstung um 97—98 und 99%.

TABELLE
über Austrocknungsversuche mit frisch sezerniertem Schleime.

Tier	Gewicht des frisch sezernierten Schleimes	Gewicht des zur Kruste eingetrockneten Schleimes	Gewicht des abgegebenen Wassers	In Berechnung auf das Gewicht des frisch sezernierten Schleimes betrug das Eingetrocknete	In Berechnung auf das Gewicht des frisch sezernierten Schleimes betrug das abgegebene Wasser	Bei der Schleimabgabe war der Wassergehalt der Schnecke:
	g	g	g	%	%	
1. *Arion empiricorum* ..	0,355	0,027	0,328	7,075	92,925	ein mittlerer
2. ,, ,, ..	1,800	0,063	1,737	3,500	96,500	ein zieml. hoher
3. *Limax cinereus*	2,280	0,272	2,008	11,93	88,07	gering
4. ,, ,, ...	1,960	0,050	1,910	2,55	97,45	etw. höh. a. mittel
5. ,, ,, ...	2,160	0,025	2,135	1,16	98,84	ein hoher
6. ,, *variegatus*	0,390	0,040	0,350	10,26	89,74	unter mittel
7. ,, ,, ...	0,580	0,012	0,568	2,069	97,931	ziemlich hoch
8. ,, *agrestis*	0,212	0,015	0,197	7,075	92,925	ein mittlerer
9. ,, ,, ...	0,140	0,010	0,130	7,14	92,86	,, ,,
10. ,, ,, ...	0,350	0,012	0,338	3,429	96,571	ziemlich hoch
11. ,, *arborum*	0,420	0,021	0,399	5,00	95,00	ein mittlerer
12. ,, ,, ...	0,560	0,010	0,550	1,79	98,21	ein hoher
13. *Amalia marginata* ...	0,492	0,040	0,452	8,13	91,87	ein mittlerer

Vergleichende Schleimuntersuchungen ergeben ein relativ richtiges Bild von der prozentualen Zusammensetzung des Schleimes aus festen Bestandteilen und Wasser nur dann, wenn die Schnecken, deren Schleim untersucht werden soll, einen relativ gleichen Wassergehalt haben. Woran man diesen erkennt, wird bei den Wirkungen der Wasseraufnahme und Wasserabgabe auf das Volumen und spezifische Gewicht der Schnecken besprochen werden.

Welch gewaltige Wassermengen der zur Kruste eingetrocknete Schneckenschleim einzusaugen vermag, zeigt folgende Tabelle.

TABELLE

über die Quellbarkeit von Schneckenschleim, der an der Luft zur Kruste eingetrocknet war.

Tier	Gewicht des eingetrockneten Schleimes in g	Dauer der Quellung in Wasser. Stunden:	Gewicht des gequollenen Schleimes in g	Menge des aufgenommenen Wassers in g	in % des eingetrockneten Schleimes	als Multiplum des eingetrockneten Schleimes
Arion empiricorum	0,027	3	1,055	1,028	3807	38,07
,, ,, ...	0,027	12	1,585	1,558	5770,37	57,70
Limax arborum	0,018	3	0,880	0,862	4788,88	47,89
,, ,, ...	0,018	5	1,540	1,522	8455,55	84,55
,, *agrestis*..........	0,010	2	0,350	0,340	3400	34,00
,, ,, ...	0,010	4	0,450	0,440	4400	44,00
,, *variegatus*	0,040	3	3,320	3,280	8200	82,00
,, ,, ...	0,040	12	4,630	4,590	11475	114,75
Amalia marginata	0,040	5	3,810	3,770	9425	94,25

In Berechnung auf das Gewicht des gequollenen Schleimes betrug bei den in vorstehender Tabelle angeführten Beispielen:

	a) Das Eingetrocknete %	b) Das aufgesaugte Wasser %	Dauer der Quellung in Wasser. Stunden:
bei *Arion empiricorum* ..	2,56	97,44	3
,, ,, ,, ..	1,703	98,297	12
,, *Limax arborum*	2,045	97,955	3
,, ,, ,, ...	1,168	98,832	5
,, ,, *agrestis*	2,828	97,172	2
,, ,, ,, ...	2,222	97,778	4
,, ,, *variegatus* ...	1,204	98,796	3
,, ,, ,, ...	0,864	99,136	12
,, *Amalia marginata* ...	1,05	98,95	5

Obgleich das Maximum der Quellbarkeit in manchen Fällen nicht ermittelt wurde, erkennt man aus obiger Zusammenstellung, daß die eigentliche Schleimsubstanz gegenüber der von ihr aufgesaugten Wassermenge sehr klein ist.

Auf eine genaue Bestimmung der Trockensubstanz und des Wassers kam es mir bei diesen Versuchen nicht an. Ich wollte nur zeigen, daß wasserarmer Schleim relativ gewaltige Wassermengen aufnehmen kann, und daß die organische Substanz des Schleimes im Vergleich zu der in ihr aufgespeicherten Wassermenge verschwindend klein ist, da ich ohne diese Befunde eine befriedigende Erklärung zu manchen später zu besprechenden Erscheinungen nicht geben könnte.

3. Die biologische Bedeutung des Schleimes für die Schnecken.

Obgleich die eigentliche Schleimsubstanz gegenüber der in ihr aufgespeicherten Wassermenge verschwindend klein ist und erst durch diese ihre biologische Bedeutung erhält, ist sie für das Leben der Schnecken unentbehrlich.

Gerade dadurch, daß die organische Substanz des Schleimes so gewaltige Wassermengen einzusaugen und zu einer gallertigen Masse aufzuquellen vermag, bewirkt sie die große Geschmeidigkeit des Schneckenkörpers und liefert ein ganz vortreffliches Schutzmittel gegen von außen kommende Reize.

Der Fußdrüsenschleim ermöglicht die Lokomotion, während der vom Mantelrande der Gehäuseschnecken abgeschiedene Schleim zum Anheften des Gehäuses an der Unterlage und zum Verschluß der Gehäusemündung dient.

Berührt man eine wasserreiche Nacktschnecke mit irgend einem Gegenstande oder einem Finger nur ganz leise, so scheidet sie an der Berührungsstelle augenblicklich wasserreichen Schleim ab. Berührt man sie unsanft, so preßt sie — mit Ausnahme der Sohle — am ganzen Körper Schleim aus. Deshalb faßte ich meine Versuchstiere niemals mit den Händen an, sondern transportierte sie vermittelst eines dünnen Spatels, den ich ihnen vorsichtig unter die Sohle schob, und mit dem ich sie dann von ihrer Unterlage abhob.

Wie ich bei meinen Zuchtversuchen wahrnahm, kriechen wasserreiche Nacktschnecken durch unverhältnismäßig enge, ja scharfkantige Öffnungen hindurch, ohne sich zu verletzen oder sonst einen Schaden zu nehmen. Sie können das, weil ihr schleim- und wasserreicher Körper außerordentlich geschmeidig ist, und weil der Schleim, den sie ausscheiden, sobald sie mit einem Gegenstande in innigere Berührung kommen, ihren Körper schlüpfrig macht, die Reibung ganz oder größtenteils aufhebt nnd so das Tier vor Verletzungen schützt. Der Schleim ist also ein ganz vorzügliches Schutzmittel gegen mechanische Einwirkungen.

Wenn die Nacktschnecken meiner Zucht die Erde verließen, in die sie sich bei eintretender Trockenheit vergraben hatten, so waren sie nie beschmutzt, sondern stets sauber und rein. Auch in der freien Natur trifft man nur selten eine beschmutzte Nacktschnecke an. Die Erklärung soll durch folgendes Experiment gegeben werden: Kriechende Schnecken bestreute ich mit Straßenstaub. Sofort kontrahierten sie ihre Muskulatur, preßten Schleim aus und krochen dann vollständig gereinigt aus der sie umgebenden, den Schmutz tragenden Schleimhülle heraus. So ist also der Schleim auch ein Schutzmittel gegen lästige und schädliche Verunreinigungen des Körpers.

Enthält der auf die Schnecke gestreute Staub in Wasser leicht lösliche Salze, so bildet der Schleim nur dann ein genügendes Schutzmittel, wenn dem Staube nur wenig Salz beigemischt ist, die Tiere also nicht zu übermäßiger Schleimauspressung gereizt werden. Bei größeren Salzmengen gehen die Tiere kleinerer Arten und die jungen zarten Tiere größerer Arten fast ausnahmslos zugrunde, auch wenn sie fähig sind, die Schleimhülle abzustreifen, während große, derbe Tiere nach Abstreifung der Schleimhülle sich wieder erholen, wenn ihnen genügend Wasser zur Verfügung steht.

Nach meiner Überzeugung ist das Salz nur die indirekte, die übergroße Schleimentleerung aber die direkte Todesursache. Bestärkt wurde ich in dieser Ansicht durch die Tatsache, daß große *Limax cinereoniger*, *L. cinereus* und *L. variegatus* nicht zugrunde gingen, wenn sie bei Anwendung von Chloroformdämpfen, deren Einwirkung nur einige Sekunden währte, relativ wenig Schleim abschieden, dagegen aber eingingen, wenn sie sehr viel Schleim ausgepreßt hatten.

Ist diese Annahme richtig, dann ist es Tatsache, daß die Schnecke ohne ein gewisses Schleimquantum nicht zu leben vermag, und daß der Schleim mehr ist als ein Schutzmittel: Er ist ein für das Leben der Schnecke unentbehrliches Sekret.

Als ich gelegentlich einer Exkursion einem Freunde von der biologischen Bedeutung des Schneckenschleimes erzählte, wollte dieser sehen, ob sich die Schnecke auch gegen glühende Körper durch ihren Schleim schützen könne. Ein am Wege sitzender, an einem Blatte fressender *Arion empiricorum* wurde das Versuchsobjekt. Ihm wurde ein brennendes Zündhölzchen unmittelbar hinter dem Mantel auf den Rücken gelegt. Sofort schied der *Arion* an der betreffenden Stelle Schleim und Wasser ab, kroch vorwärts und streifte mit dem Schleime das noch glühende Hölzchen ab. Obgleich das glühende Holz den ganzen Rücken passierte, hatte die Schnecke nur an der Auflegestelle eine kleine Brandwunde davongetragen. Die Schmerzen aber scheinen nicht groß gewesen zu sein; denn die Schnecke fraß, als das glühende Holz den Rücken verlassen hatte, wieder ruhig weiter. Ähnlich verhielten sich andere größere *Arionen* und *Limaces*, während ganz junge Tiere infolge dieses Experimentes eingingen. Sie starben an übergroßer Schleimentleerung.

Nacktschnecken, die ich zur Bestimmung ihrer Körperdimensionen auf einen Tisch setzte, der in der Nähe des geheizten Ofens stand, suchten sich unter ständiger Auspressung wasserreichen Schleimes den ihnen lästigen und sie austrocknenden Wärmestrahlen zu entziehen. Selbst die sonst trägen *Arionen*, die durch mechanische Reize zur Fortbewegung nicht zu veranlassen sind, ergriffen die Flucht.

Einen ganz intensiven Reiz übt direktes Sonnenlicht auf die Nacktschnecken aus. In solches gebracht, pressen sie sofort viel Schleim und Wasser aus und suchen sich des ihnen lästigen Reizes durch die Flucht zu entziehen. Nicht nur an lebenden Schnecken konnte ich das beobachten, sondern auch an solchen, denen der Kopf mit dem Zentralnervensystem amputiert worden war, ja sogar an Teilstücken derselben. Zerlegte ich den Schneckenkörper durch drei oder vier Querschnitte in vier oder fünf Teilstücke, so preßten auch diese, so oft sie in Sonnen- und Lampenlicht oder in die Nähe des warmen Ofens gebracht

wurden, Wasser und Schleim aus und zeigten Fußwellen. Auch auf mechanische und chemische Reize reagierten sie.

Daraus erkennen wir: Die durch mechanische, chemische, thermische und optische Reize hervorgerufenen Schleim- und Wasserausscheidungen sind vorteilhafte reflektorische Sekretionen, dazu bestimmt, die Reizwirkungen unschädlich zu machen.

Aus der Fußdrüse scheiden die Schnecken während des Kriechens Schleim ab. Er schiebt sich zwischen die Unterlage, auf der die Schnecke dahingleitet, und die Sohle als Schleimband ein, das sich beständig nach vorn verlängert. Dadurch wird die Reibung zwischen Unterlage und Sohle aufgehoben oder doch bedeutend verringert.

Wenn Simroth (103, S. 37) sagt: „Keine unserer Schnecken vermag zu kriechen, ohne daß sie zwischen die Flächen des Körpers, die dabei einer Reibung ausgesetzt werden, und die, an welchen die Reibung, dem Anscheine nach, statt hat, ein Schleimband einschaltet," so kann ich das nur bestätigen.

Ganz abgesehen von den trägen *Arionen*, die auch unter normalen Verhältnissen langsam sind, kamen auch die sonst sehr beweglichen *Limaces* trotz lebhaft fließender Fußwellen nicht oder doch nur sehr langsam vorwärts, wenn sie infolge Chloroformeinwirkung viel Schleim aus der Fußdrüse entleert hatten. Daraus folgt: Der Fußdrüsenschleim ermöglicht die Lokomotion der Schnecken.

Daß die Schnecken an vertikalen Wänden und an der Unterseite horizontal liegender Körper zu kriechen vermögen, erklärt sich so:

Das Tier setzt den vorderen Teil seines Fußes fest auf die Unterlage auf, gleitet infolge des Wellenspiels vorwärts und bringt schließlich seine ganze Sohle mit der Unterlage in innige Berührung. Das abgeschiedene Schleimband klebt an der Unterlage, nicht aber an der Schneckensohle.

Klebte es auch an dieser, so würde es der Kriechbewegung ein fast unüberwindliches Hindernis entgegensetzen, und die Fußdrüse hätte ihren Zweck verfehlt.

Gerade so wie der durch Chloroformdämpfe entzogene Körperschleim an unseren Fingern, nicht aber am Schneckenleibe haftet, so klebt der Fußdrüsenschleim an der Unterlage, nicht aber an

der Sohle des Tieres. Zwischen Sohle und Schleimband befindet sich ein mehr oder weniger luftverdünnter Raum, und deshalb ist der äußere Luftdruck imstande, das Tier auf der Unterlage, also auf dem Schleimbande festzuhalten.

Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Angaben liefert folgender Versuch: Auf einer Glasplatte ließ ich behufs Studiums der Fußwellen eine Anzahl *Limaces* längere Zeit kriechen. Andern Tags wiederholte ich den Versuch mit *Limax arborum* und *Limax tenellus*, ohne den unterdessen eingetrockneten Schleim entfernt zu haben. Die Tiere krochen auf der Glasplatte, die ich in allen möglichen Lagen hielt, lebhaft umher. Als ich aber dann Glasplatte und Schnecken vermittelst eines Zerstäubers mit Wasser bespritzt hatte, und der erhärtete Schleim aufgequollen und schlüpfrig geworden war, konnten sich die kriechenden Schnecken nicht mehr halten: sie rutschten herunter, wenn die Glasplatte schräg gehalten wurde, und sie fielen herab, wenn sie an der Unterseite der horizontal gehaltenen Glasplatte krochen. Die Unterlage war zu schlüpfrig geworden; das frisch ausgeschiedene Schleimband klebte nicht an ihr.

Gleiche Resultate ergaben die mit andern Schnecken ausgeführten Versuche, wenn der der Glasplatte anhaftende Schleim durch Wasser zum Aufquellen gebracht wurde.

An vertikal stehenden Objekten und an der Unterseite horizontal liegender Körper können die Schnecken also kriechen, weil das von der Fußdrüse abgeschiedene Schleimband an der Unterlage, nicht aber an der Schneckensohle klebt, der letzteren aber dicht anliegt, sodaß der äußere Luftdruck imstande ist, die Schnecke auf der Unterlage, bzw. auf dem von ihr erzeugten Schleimband festzuhalten, ohne die Kriechbewegung zu hemmen.

Nun gibt es aber auch Fälle, bei denen der Schleim die Schnecken derart festhält, daß eine Fortbewegung ausgeschlossen ist. Frisch geschlüpfte *Limaces* und solche, die erst einige Tage alt waren, ließ ich zwecks Bestimmung ihrer Körpergröße auf meinem Arbeitstische kriechen. Erzeugte ich über Schnecken und Tisch vermittelst eines Zerstäubers nicht einen kleinen Sprühregen, so verdunsteten die Tiere in kurzer

Zeit so viel Wasser, daß der ausgepreßte und nach hinten sich abstreifende Körperschleim — vielleicht war auch der Fußdrüsenschleim daran beteiligt — bald so zähe wurde, daß er die Schnecken festhielt und ein Entkommen trotz größter Anstrengung der Tiere unmöglich machte. Wasserarmer Schleim klebt nicht nur an der Unterlage, sondern auch am Körper wasserarmer Schnecken, erschwert die Kriechbewegung und hebt sie unter Umständen ganz auf.

Schnecken, die imstande sind, sich von einer gewissen Höhe vermittelst eines Schleimfadens auf die Erde herabzulassen, bezeichnet man als **„spinnende"**.

In Deutschland wurde die erste fadenspinnende Schnecke im Jahre 1878 von Th. Eimer (24) beobachtet. Er sah, wie sich ein *Limax agrestis* an einem langen Schleimfaden von einem Blatte eines Maulbeerbaumes auf die Erde herabließ.

Nach E. von Martens (80) war eine ähnliche Beobachtung schon im Jahre 1678 von „Martin Lister", einem Engländer, bei *Limax cinereus* gemacht worden.

Einen ausführlichen Bericht über eine fadenspinnende Nacktschnecke, die er im Jahre 1789 beobachtete, erstattete der Engländer Thomas Hoy (43). Er sah, wie sich ein *Limax*, den Kopf voraus, an einem Schleimfaden von einem Baume herabließ. „In einiger Entfernung vom Schneckenkörper war der Faden so dünn wie der einer Kreuzspinne; näher gegen den Körper zu wurde er dicker, und da, wo er an demselben festhing, war er breit und flach und entsprach ganz genau der ganzen Breite des hinteren Endes der Schnecke."

Das Tier kam nur langsam vorwärts; denn „es besitzt," sagt Hoy, „kein eigenes Behältnis für eine zähe, klebrichte Feuchtigkeit, aus welchem das Gespinste nach eigener Willkür und fast augenblicklich gewonnen werden kann, sondern läßt sich an dem Faden herab, den es aus der schleimichten, klebrichten Feuchtigkeit spinnt, welche so nach und nach aus den feinen Öffnungen (pores) seines Körpers ausschwitzt und seinen Körper überzieht."

Das Tierchen schien „einen hohen Grad von Anstrengung gebrauchen zu müssen, um diese Feuchtigkeit in gehöriger Menge abzusondern und gegen den Hinterleib hinschaffen zu können.

Zu diesem Endzwecke streckte es wechselweise seinen Kopf hervor, zog ihn wieder in sich zurück und kehrte ihn dann wieder so weit als möglich zuerst auf die eine und dann auf die andere Seite, gleichsam als wollte es dieselbe dadurch zusammenpressen und auf diese Art die Absonderung befördern.

Wenn es so den Kopf in horizontaler Richtung auf die eine Seite hinbewegte, so drehte sich der ganze Körper herum, und hierdurch wurde der Faden, an dem es festhing, notwendig gedreht, und erhielt, statt daß er vorher breit und flach war, ein rundes Aussehen.“

Die Schnecke wog „zwischen 16 und 17 Gran,“ das wären (1 Gran = 0,06 g) 0,96 bis 1,02 g.

Dr. George Shaw fügt dem Bericht Hoys bei, daß er am 27. September 1776 in einer etwa 8 Fuß hohen Sommerlaube eine spinnende Nacktschnecke beobachtet habe. „Der Schleimfaden schien aus dem Körper des Tieres selbst zu kommen.“

Ich gab den Bericht Hoys so ausführlich, weil er das Verhalten der Schnecke während des Herablassens am Schleimfaden so scharf und zutreffend schildert, daß er mich damit einer Schilderung meiner eigenen Beobachtungen enthebt.

Die merkwürdigen Kopfbewegungen machte die Schnecke, weil sie nach einer Unterlage suchte. Auf das Spinnen selbst werde ich noch zu sprechen kommen.

Eine Zusammenstellung der bis zum Jahre 1905 beobachteten fadenspinnenden Schnecken gibt L. Lindinger (78. 79), und einen eingehenden Bericht über spinnende *Limax agrestis* erstattet Max Ballerstedt (2. S. 463—465). „An einem schönen Sommermorgen sah er, wie sich *Limax agrestis* an einem Faden von einer Blüte im Garten herunterließ. Daraufhin sammelte er am frühen Morgen Blätter und sonstige Pflanzenteile, an denen die Schnecken saßen, und band sie an einem kurzen Zwirnfaden in einiger Höhe über dem Boden so an, daß die Schnecken von der Morgensonne getroffen werden mußten. Sie krochen unruhig umher und entschlossen sich, da die lästige Sonne zur Eile mahnte, schon nach wenigen Minuten zur Reise durch die Luft; an dem Zwirnfaden in die Höhe zu kommen, versuchte keine Schnecke.

Eine Schnecke, die schon einen Faden von 40 cm Länge erzeugt hatte, kroch an diesem wieder in die Höhe, und der Schleim-

faden wurde von der Schleimhaut der Schnecke eingesaugt. Unter dem Mikroskop erschien der von den Schnecken erzeugte Faden als eine homogene Masse.

Die kleinste Schnecke wog 0,43, die schwerste 1,63 g."

Ich selbst beobachtete bis jetzt noch keine fadenspinnenden Schnecken in der freien Natur, wohl aber massenhaft in meinem Arbeitszimmer. Um das Wachstum junger Nacktschnecken feststellen zu können, maß ich sie monatlich ein- oder zweimal und ließ sie zu diesem Zwecke auf meinem großen Arbeitstische kriechen. Nahm ich die Messungen, was in den Wintermonaten öfter vorkam, bei Lampenlicht oder im gut geheizten Zimmer vor, so suchten sich die Schnecken, und zwar vor allem die *Limaces*, dem Licht- und Wärmereiz so hastig wie möglich zu entziehen. An der Tischkante angekommen, bogen sie nicht nach unten um, wie sie das sonst zu tun pflegten, sondern krochen mit der früheren Hast weiter, verloren die Unterlage und hingen dann an dem von der Fußdrüse abgeschiedenen Schleimband, welches durch den Körperschleim verstärkt wurde, der unter der Einwirkung der Licht- und Wärmestrahlen ausgepreßt und nach hinten abgestreift wurde. Da das Spiel der Fußwellen auch in dieser Lage weiter ging, wurde das Schleimband verlängert und durch den Rückenschleim verstärkt. War der Schleim zähe genug, und waren die Tiere selbst nicht zu schwer, so kamen sie glücklich auf den Boden und krochen weiter; andernfalls fielen sie herunter. Nachteilige Folgen hatte der Fall den Tieren nicht gebracht.

Die Fähigkeit, sich an einem Schleimfaden auf die Erde herabzulassen, besitzen alle unsere Nacktschnekken, vorausgesetzt, daß sie nicht zu schwer sind und der Schleim zähe genug ist. Unternommen wird die Luftreise nicht freiwillig, sondern gezwungen durch lästige äußere Reize, denen sich die Schnecken so schnell wie möglich zu entziehen suchen, wobei sie in der Hast die Unterlage verlieren.

Bei der am Schleimfaden in die Höhe kriechenden Schnecke glaubt Ballerstedt beobachtet zu haben, daß der Schleimfaden von der Schleimhaut der Schnecke aufgesaugt wurde. Das beruht auf einer Täuschung. Da der Faden sehr dünn war, verdunstete

das in ihm aufgespeicherte Wasser sehr rasch, und die minimale Schleimsubstanz sammelte sich als schwer wahrzunehmendes Schleimklümpchen am hinteren Teile des Fußes an.

Daß Ballerstedt den Schleimfaden unter dem Mikroskop als homogene Masse wahrnahm, kam jedenfalls daher, daß die Schleimkörperchen schon vor der Untersuchung des Schleimfadens geplatzt waren.

4. Chemische Zusammensetzung des Schneckenschleimes.

Mit der chemischen Zusammensetzung des Schneckenschleimes haben sich vor allem Eichwald[1], Landwehr[2] und Olof Hammarsten (38a) beschäftigt.

Als Versuchsobjekt benützten sie den Schleim der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*). Ein völlig klares Bild über dessen chemische Konstitution konnte aber wegen der Schwierigkeiten, die mit derartigen Untersuchungen verbunden sind, vorerst nicht gewonnen werden.

Nach Hammarsten (38a, S. 427) ist das Mucin der Weinbergschnecke „ein zusammengesetztes Proteid."

In der „als aschfrei berechneten Substanz" des Mantelmucins fand er (S. 422) im Mittel:

50,34 % C
6,84 % H
13,47 % N
1,79 % S

und im Fußdrüsenmucin:

50,45 % C
6,79 % H
13,66 % N
1,60 % S.

Im übrigen ist Hammarsten (38a, S. 455) der Meinung, daß die Frage nach der chemischen Konstitution des Mucins „erst durch sehr umfassende, vergleichend anatomische und physiologisch-chemische Untersuchungen ihre endgültige Lösung finden wird."

[1] Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 134.
[2] Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 6. 1881.

II. Kapitel.

Aufnahme des Wassers durch die Schnecken.

Literatur.

Über die Wasseraufnahme bei den Mollusken existiert eine sehr umfangreiche Literatur, die häuptsächlich bei SCHIEMENZ (90) und CARRIÈRE (16) zu finden ist. Sie beschäftigt sich mit den Wegen, durch die das Wasser in den Molluskenkörper eingeführt wird, und mit der Frage nach der Bedeutung des aufgenommenen Wassers. Wird es dem Blute direkt beigemischt, oder bleibt es von diesem getrennt und dient nur zur Schwellung des Fußes?

Als besondere Wege, durch die größere Wassermengen in kürzester Zeit in den Molluskenkörper eingeführt werden können, werden genannt: die Niere, Pori aquiferi, Interzellulargänge und die Schleimdrüsenöffnungen.

1. Wasseraufnahme durch die Niere.

Daß dem Blute durch die Niere Wasser zugeführt werden könne, sprach als erster „LEYDIG" (74) aus. Er fand, daß bei *Paludina vivipara* die an die Niere herantretenden Venenstämme durch Öffnungen mit dem Nierenlumen kommunizieren und schloß daraus, daß die Niere durch ihre äußere Mündung Wasser aufnehme und dem Blute zuführe. „Ein merkwürdiger Vorgang findet statt," sagt er (74, S. 175), „während das Blut durch die Niere kreist: es mischt sich nämlich dort das Blut mit von außen eingedrungenem Wasser." LEYDIG war der Überzeugung, daß bei allen im Wasser lebenden Mollusken dem Blute durch die Niere Wasser zugeführt werde. In seinem „Lehrbuch der Histologie" (76) sagt er auf Seite 470: „Ein Gegenstand, auf den noch sorgfältige Untersuchungen gerichtet werden müssen, ist die Niere der Mollusken bezüglich ihrer Aufnahme oder Abscheidung von Wasser. So viel ist sicher, daß innerhalb der Maschenräume der Niere bei den im Wasser lebenden Gastropoden, Ptero- und Heteropoden, Cephalopoden und wahrscheinlich auch bei den Acephalen eine Mischung von Blut und von Wasser stattfindet."

Eine Verbindung der Niere mit dem Perikardium hat LEYDIG bei *Paludina vivipara* nicht auffinden können; bei den Embryonen aber hat

Bütschli (14) eine weite Öffnung zwischen Niere und Perikardialsack konstatiert.

Im Jahre 1855 kam auch Gegenbaur (32) durch seine Untersuchungen an Pteropoden und Heteropoden zu der Ansicht, daß dem Blute durch die Niere Wasser beigemischt werde; doch weichen seine Befunde und seine Ansicht über die Art der Wasseraufnahme von denen Leydigs bedeutend ab.

Gegenbaur fand am Exkretionsorgan der Ptero- und Heteropoden zwei Öffnungen; die eine führt nach außen, die andere in das Perikardium. Letzteres stehe (32, S. 170) mit den Bluträumen der Leibeshöhle in Verbindung, sei also ein Blutsinus. Gegenbaur bezeichnet ihn als „Perikardialsinus". In ihm sammle sich das Blut an, welches aus dem Körper zurückkehre (32, S. 192), und gelange von hier aus von neuem ins Herz. Die Beimischung des Wassers zum Blute finde (32, S. 201) im Perikardialsinus statt.

Neunzehn Jahre später schrieb Gegenbaur (34, S. 397): „Durch die Exkretionsorgane kommuniziert die Leibeshöhle (der Mollusken) mit dem umgebenden Medium, woraus eine Aufnahme von Wasser und Zumischung desselben zum Blute entspringt."

In der Folgezeit wurde die Molluskenniere Gegenstand eingehender Untersuchungen; niemals aber konnte eine Kommunikation zwischen Nierenlumen und Blutgefäßen, oder zwischen Perikard und Leibeshöhle bzw. zwischen Perikard und Vorkammer nachgewiesen werden.

v. Ihering (44), der den morphologischen Bau der Niere einer gründlichen Untersuchung unterzog, sagt (44, S. 599): „Sowohl bei den *Ichnopoden* als bei den *Arthrocochliden* ist der Vorhof des Herzens abgeschlossen gegen den Perikardialraum; es kann aus letzterem kein Tropfen Blutes direkt in den Vorhof gelangen oder umgekehrt. Es könnte daher nur dann Blut im Perikardium sich ansammeln, wenn irgendwelche Venen in dasselbe einmündeten. Das ist aber weder für die *Arthrocochliden* noch für die *Ichnopoden* nachgewiesen, und die Resultate zahlreicher Injektionen sprechen entschieden dagegen."

Eine Wasseraufnahme durch die Niere im Sinne Leydigs hält Ihering nicht für ausgeschlossen. „Es hat den Anschein," sagt er (44, S. 601), „als ob vielfach in der Niere Öffnungen existierten, welche den Ein- und Austritt von Blut gestatten"; doch äußert er an anderer Stelle (45, S. 275), daß über eine Wasseraufnahme durch die Niere selbst noch nichts Sicheres bekannt sei.

Nüsslin (86), der die Niere von *Helix pomatia* und *Helix hortensis* untersuchte, konstatierte eine Öffnung zwischen Perikard und Niere, fand aber (86, S. 13), daß das Perikardium weder mit der Leibeshöhle noch mit den Blutbahnen in direkter Verbindung steht. Mithin ist eine

im Sinne GEGENBAURS stattfindende Wasseraufnahme durch die Niere bei *Helix* ausgeschlossen.

CARRIÈRE (17), FLEISCHMANN (26) und SCHIEMENZ (91) konnten bei *Lamellibranchiaten* und *Gastropoden* die von LEYDIG und GEGENBAUR gesehenen Öffnungen nicht auffinden und halten deshalb eine Wasseraufnahme durch die Niere für ausgeschlossen.

„Die Wasseraufnahme durch die Niere," sagt CARRIÈRE (17, S. 434), „ist eine Annahme, welche von allen, die sich eingehender mit der Untersuchung dieses Organs befaßt haben, zurückgewiesen wird."

FLEISCHMANN (26, S. 428) bezeichnet den Darmkanal der *Lamellibranchiaten* als das einzige Organ, welches Wasser aufnimmt, und SCHIEMENZ meint (91, S. 436): „Man müßte die ganze Physiologie erst auf den Kopf stellen, wenn man ein Tier durch ein Exkretionsorgan Stoffe einführen lassen wollte."

Die durch Injektionen aufgefundenen Öffnungen der Nierengefäße in die Urinkammer, durch die Wasser in das Blut aufgenommen werden könnte, führt SCHIEMENZ (91, S. 435) auf Zerreißungen bei den Injektionen zurück.

Heute weiß man, daß die Nierengefäße mit dem Nierenlumen nicht kommunizieren, und daß das Perikardium, abgesehen von der zwischen ihm und der Niere bestehenden Öffnung, ein vollständig geschlossener Sack ist, in den Blutgefäße nicht einmünden. Daraus folgt, daß eine Wasseraufnahme durch die Niere weder im Sinne „LEYDIGS" noch im Sinne „GEGENBAURS" stattfinden kann.

2. Wasseraufnahme durch Pori aquiferi.

Nach SCHIEMENZ (90) wurden die *Pori aquiferi* von „Delle Chiaje" entdeckt. Es sind dies mikroskopisch kleine Spalten im Epithel, durch die in kürzester Zeit viel Wasser dem Blute zugemischt oder doch in ein besonderes Wassergefäßsystem aufgenommen und zum Schwellen des Molluskenfußes verwendet werden könne.

Im Jahre 1876 sah KOLLMANN (50) an der Fußkante von *Anodonta* und *Unio* „spaltenförmige Öffnungen". Er nahm an, daß durch sie Wasser aufgenommen und dem Blute zugeführt werde. Seine Ansicht blieb nicht ohne Widerspruch, und so schrieb er einige Jahre später (51, S. 326): „Eine erneute Prüfung ergibt nun, daß beide Einrichtungen, Drüsen und Drüsenausführungsgänge und Pori aquiferi vorhanden sein können. Bisweilen sind sie an derselben Stelle und zwar derart angebracht, daß die Drüsenkanäle in das Wasserrohr münden."

Darin aber findet SCHIEMENZ (90, S. 523) einen Beweis dafür, daß die in Rede stehenden Öffnungen nicht dazu dienen können, Wasser in das Blut zu führen; denn „die Drüsen haben doch ohne Zweifel die

Aufgabe, nach außen ein Sekret abzuscheiden; dieses Sekret würde aber anstatt nach außen durch den Wasserstrom wieder in das Blut gelangen, so daß die Existenz und Funktion der betreffenden Drüse überflüssig und nutzlos wäre."

Auch Griesbach (37) sah und beschrieb Wasserspalten am Fuße der *Lamellibranchiaten* und nahm an, daß durch sie dem Blute direkt Wasser zugeführt werde. Nach ihm (37, S. 43) „ist die Blutflüssigkeit, welche im Gefäßapparat (der Najaden und Mytiliden) zirkuliert, ein Gemisch von blutartigen Bestandteilen und Wasser. Die Einfuhr geschieht durch Pori aquiferi; diese dienen nur dem Eintritte; der Austritt wird durch das Bojanussche Organ vermittelt. Die Aufnahme findet permanent statt; aber ein besonderes Wassergefäßsystem existiert nicht."

Anderen Forschern, wie Carrière (16, 17, 18, 19) und Fleischmann (26) gelang es nicht, Pori aquiferi aufzufinden. Carrière fand zwar Öffnungen am Fußrande der *Lamellibranchiaten*, aber sie führten in Drüsen, die nach der Leibeshöhle, bzw. dem Blutgefäßsystem geschlossen waren, wovon er sich durch Schnittserien überzeugte.

Auch Fleischmann erzielte bei den Muscheln nur negative Resultate.

Nach Schiemenz (90, S. 533) stützt sich die Annahme einer direkten Zumischung von Wasser zum Blute auf das Vorkommen von Blutkörperchen in der vom Fuß ausgestoßenen Flüssigkeit und auf den Austritt von Injektionsmasse. Beide Erscheinungen seien aber auf Zerreißungen zurückzuführen und deshalb nicht beweiskräftig.

Eine direkte Mischung des Wassers zum Blute hält Schiemenz (91, S. 438) schon deshalb für unmöglich, „da das Wasser auf die Blutkörperchen zerstörend wirkt und andererseits bei der Abgabe der Schwellflüssigkeit Blut in großen Mengen ausgestoßen werden würde."

Griesbach kam im Laufe der Zeit zu der Überzeugung, daß die von ihm beschriebenen Spalten im Fuße der Muscheln von zufälligen Zerreißungen herrührten. 1891 sagte er (38, S. 132) unter anderm: „Als ich endlich erkannte, daß das durch eine den Tieren beigebrachte Wunde in das Blut eindringende Wasser im höchsten Grade die normale Beschaffenheit der Leukocyten und der gefärbten Bestandteile beeinträchtigt, stand es bei mir fest, daß eine direkte zum Blute stattfindende Wasserzufuhr eine physiologische Unmöglichkeit sei."

3. Die Interzellulargänge

wurden im Jahre 1855 von Leydig (75) bei *Cyclas cornea* (der gemeinen Kugelmuschel) entdeckt. Aber nicht nur bei ihr fand Leydig (77, S. 213 u. 214) „Interzellularräume, die nach außen münden, und durch die dem Blute von außen Wasser zugeführt wird," sondern auch bei den

Landschnecken, nämlich „bei den verschiedensten Arten von *Limax*, *Helix* und anderen Gattungen. . . . Man legt die Tiere ungefähr 12 Stunden lang ins Wasser, so daß sie dem Erstickungstode nahe gebracht werden. Hier kommen die Interzellulargänge in der Seitenansicht sowohl. als auch ihre Öffnungen an der Oberfläche am besten zu Gesicht."

Nach Leydigs Ansicht (76, S. 107) dürften bei sämtlichen Mollusken die Bluträume der Fußmuskulatur durch feine Kanäle mit der Außenwelt in Verbindung stehen.

Fleischmann (26) kam auf Grund eingehender Untersuchungen zu anderen Resultaten. „Bei den *Lamellibranchiaten*," sagt er S. 428, „findet eine Wasseraufnahme weder durch Pori aquiferi, noch durch das Bojanussche Organ, noch durch Interzellulargänge statt. Das einzige Organ, welches Wasser aufnimmt, ist der Darmkanal dieser Tiere." Doch fügt er (26, S. 429) hinzu, daß man die bei den Muscheln beobachteten Erscheinungen nicht von vornherein auf die Schnecken übertragen dürfe. Er selbst konnte (26, S. 429) „sehr wasserarme Schnecken in starke Schwellung geraten lassen, wenn er sie für einen größeren Zeitabschnitt in einen Raum brachte, der mit Wasserdampf gesättigt war."

v. Ihering (45) fand in der Haut der Gastropoden vollkommen geschlossene Drüsensäcke, aber keine Einrichtungen zur Wasseraufnahme.

Bei *Helix pomatia* konstatierte Nalepa (85) zwischen den Epithelzellen kleine Öffnungen, die sich von den Mündungen der Schleimdrüsen unterscheiden lassen und als Ausmündungsstellen der mit den Bluträumen in Verbindung stehenden Interzellularräume nachgewiesen werden konnten.

Nalepa trug mit einer Flachschere an der lebenden Schnecke kleine Epithelteile ab und untersuchte sie mikroskopisch. „Betrachtet man (85, S. 1182) das frische Epithel von oben mit starken Systemen, so gewahrt man bald, daß die einzelnen Zellen nicht enge aneinander stoßen, sondern zwischen sich einen schmalen Raum freilassen, der sich an einzelnen Stellen mehrfach erweitern kann und auf diese Weise zur Entstehung der sog. ‚Hautporen' Veranlassung gibt."

Injektionsversuche (85, S. 1187) zeigten, daß die hart unter der Epithelschicht gelegenen Bluträume in die Interzellularräume übergehen. „Die Porenkanäle verengen sich nach außen bedeutend. Aus diesem Grunde dringt die Injektionsmasse selten über das obere Drittel der Zellhöhe, und man muß viele Schnitte durchmustern, bis man auf einen trifft, wo sie bis nach außen gedrungen ist." An einigen Stellen wurde das Epithel durch austretende Injektionsmassen abgehoben.

Schnecken, die auf einen durchnäßten Tuchlappen gelegt wurden (85, S. 1188), nahmen bald ein pralles, durchscheinendes Aus-

sehen an, und „Ferrozyankali in verdünnten Lösungen wurde durch die Haut unverändert aufgenommen und ließ sich sehr bald im Blute nachweisen."

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse kommt Nalepa zu folgendem Schluß (85, S. 1188): „Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß auch bei den Landlungenschnecken Wasser durch die Interzellularräume des Hautepithels aufgenommen wird."

Schiemenz (91) konnte Pori aquiferi und Interzellulargänge im Sinne Leydigs nicht auffinden.

Bei *Natica josephina*, einer prosobranchiaten Meeresschnecke, machte Schiemenz (91, S. 461) sehr sorgfältig ausgeführte Injektionen. Wie bei den von Nalepa ausgeführten Versuchen drang die Injektionsmasse zwischen die Epithelzellen, nie aber an die Oberfläche. Wären Interzellularräume vorhanden, die mit der Außenwelt durch Pori aquiferi kommunizierten, so müßte, wie Schiemenz annimmt, die Injektionsmasse durch diese Poren an die Oberfläche gedrungen sein.

„Es existieren wohl," sagt Schiemenz (91, S. 469), „Interzellularräume, stehen aber mit dem umgebenden Medium nicht in Verbindung, endigen vielmehr nach außen spitz geschlossen und haben streng genommen mit den Epithelzellen gar nichts zu tun."

Nach ihm kommen die Interzellularräume dadurch zustande, daß die schon von Leydig bei Gastropoden beschriebene Basilarmembran, auf der die Epithelzellen aufsitzen, sich faltet und so spitze, dreieckige Vorsprünge nach außen bildet. Die Membran selbst dient zur Anheftung der Muskeln; unter ihr liegen Bluträume.

Bei *Natica* finden sich also nach Schiemenz keine Interzellularräume im Sinne Leydigs. Er vermutet (91, S. 463), daß es auch bei den anderen Mollusken, also auch bei *Cyclas*, ebenso sein wird.

Trotz alledem gelang es Schiemenz (90), nachzuweisen, daß „*Natica josephina*" eine bedeutende Wassermenge momentan behufs Schwellung ihres Fußes aufnimmt, und daß das Wasser durch Poren am Fußrande eintritt, aber vom Blute getrennt bleibt. Von dieser Art der Wasseraufnahme sind nach Schiemenz (91, S. 468 u. 469) ausgeschlossen: „*Pteropoden*, *Heteropoden*, *Pulmonaten* und wahrscheinlich alle *Opistobranchiaten* und Muscheln, ganz bestimmt aber *Anodonta*, *Unio* und *Mitylus*, weil sie im Fuße kein geschlossenes Blutgefäßsystem besitzen."

Im Jahre 1912 hat Meisenheimer (84, S. 7) die von Leydig und Nalepa vertretene Ansicht über die Wasseraufnahme durch Pori aquiferi und Interzellularräume als bestehende Tatsache in sein Buch: „Die Weinbergschnecke", aufgenommen.

4. Wasseraufnahme durch die Schleimdrüsen.

„Bei den *Pulmonaten*,“ sagt GEGENBAUR (33, S. 544), „geschieht die Aufnahme von Wasser durch den Darmkanal. Bei den *Helicinen* ist es nicht unschwer nachzuweisen, daß die Tiere dasselbe durch den Mund einführen.“ NÜSSLIN (86, S. 41) bestätigte dies, während SIMROTH (101, S. 210 u. 211) der Ansicht ist, „die größere Wassermenge werde nicht durch den Mund, sondern durch die Haut aufgenommen, durch die Schleimdrüsenöffnungen eingeführt und vom Bindegewebe eingesaugt. S. 210 sagt er: „Man zitiert noch immer GEGENBAURS Angabe, das Wasser finde durch den Mund und Darm seinen Weg in den Körper. Es läßt sich wohl kaum bestreiten, daß dies ein Modus der Wasseraufnahme ist; jedenfalls aber bleibt er der seltenere und kann auch kaum dazu dienen, das rasche Aufquellen der Schnecken in feuchter Umgebung zu erklären; noch weit weniger beleuchtet er das Anschwellen des Leibes unter Wasser.“

SIMROTH (101, S. 211) stützt seine Ansicht auf einen Versuch mit der Schneckensohle. „Wenn man die Sohle von *Arion* in drei Längsteile spaltet und sie ins Wasser wirft, so bleibt der mittlere Teil mit den starken Längsmuskelpolstern ungefähr in seiner Lage; die seitlichen Teile hingegen rollen sich spiralig ein, offenbar infolge der Wasseraufnahme und Anschwellung des Bindegewebes, welche eine solche Volumzunahme bewirken, daß die Länge des seitlichen Hautrandes nicht mehr zureicht. . . . So wie hier wird nun das Bindegewebe auch im Leben Wasser einsaugen, sobald die Haut beim Kriechen erschlafft und gedehnt wird.“ SIMROTH zweifelt nicht, daß das Wasser, welches die Schnecken durch die Haut abscheiden, wenn man sie berührt, „aus den Schleimdrüsenöffnungen kommt und nimmt deshalb an, daß durch dieselben Öffnungen auch Wasser in den Körper eindringt.“

Eine Aufnahme von geringen Wassermengen durch den Mund und durch die Haut vermittelst Osmose gibt auch SCHIEMENZ (90, S. 516) zu. Auf S. 515 weist er darauf hin, daß „tatsächliche Beobachtungen einer direkten Wasseraufnahme sehr wenig gebracht worden sind,“ und daß „die meisten Untersucher“ dieselbe nur aus dem Aussehen der Tiere und der Wasserabgabe erschlossen hätten, ohne Experimente anzustellen.

---

1. Wasseraufnahme durch die Haut.

Da mit Landpulmonaten systematische Versuche über eine Wasseraufnahme durch die Haut bisher nicht gemacht worden waren, man trotzdem aber der Vermutung Ausdruck gab, das meiste Wasser würde durch die Haut und nur wenig durch den

Mund aufgenommen werden, trat auch ich der Frage näher und versuchte, sie auf experimentellem Wege unter Benützung der Wage zu lösen.

Folgende Fragen waren es, die mich in erster Linie interessierten:

a) Erfahren die Schnecken einen Gewichtszuwachs, wenn sie in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume gehalten werden?
b) Nehmen sie Wasser, mit dem sie in Berührung kommen, durch die Haut auf und wieviel?
c) Welche Wirkungen bringt das durch die Haut aufgenommene Wasser hervor?
d) Auf welchem Wege gelangt das durch die Haut aufgenommene Wasser in den Körper, und wird es dem Blute beigemischt oder nicht?

Ausgeführt habe ich die Versuche in den Jahren 1898 bis mit 1910.

Um eine stärkere Kontraktion und die damit verbundene Schleimauspressung zu verhüten, wurden die Nacktschnecken nicht mit den Fingern angefaßt, sondern mit einem flachen Spatel transportiert, den ich ihnen vorsichtig unter die Sohle schob, und mit dem ich sie dann von ihrer Unterlage abhob.

Die zu den Versuchen verwendeten Tiere wurden einige Tage ohne Futter gehalten, erhielten aber zu trinken, damit sie den Darm entleerten, da bei Abgabe von Fäkalien während des Versuches genaue Ergebnisse nicht oder doch nur auf sehr umständliche Weise festgestellt werden können.

Hierauf wurden die Schnecken ohne Futter und ohne Wasser in Einzelhaft gehalten und mehr oder weniger weit ausgetrocknet. Es war dies nötig, da sich, wie wir später sehen werden, wasserreiche Schnecken zu den in Rede stehenden Versuchen nicht eignen.

Zur Gewichtsbestimmung der Tiere benützte ich eine Wage, die noch auf 1 mg einen Ausschlag gab.

a) Schnecken in mit Wasserdampf gesättigten Räumen.

Um festzustellen, ob die Schnecken in Räumen, die mit Wasserdampf gesättigt sind, einen Gewichtszuwachs erfahren und aufquellen, stellte ich folgende Versuche an:

In ein ziemlich weites und hohes Glasgefäß mit abgeschliffenem Rande gab ich etwas Wasser und stellte ein kleineres Glasgefäß hinein, in das ich ebenfalls etwas Wasser gegeben hatte.

Das Versuchstier, dessen Gewicht unmittelbar vor dem Einsetzen in den Apparat ermittelt wurde, wurde in einer allseitig perforierten und mit ziemlich weiten Öffnungen versehenen Blechschachtel untergebracht. Hatten die Gehäuseschnecken ihr Haus durch eine Schutzhaut verschlossen, so wurde diese vor der Gewichtsbestimmung des Tieres entfernt.

War die das Versuchstier bergende Schachtel auf dem kleineren Glase placiert, so wurde der obere Rand des großen Glasgefäßes mit Fett bestrichen und eine abgeschliffene Glasplatte aufgesetzt. Um ein Heben oder Verschieben der Platte zu verhüten, wurde diese durch ein aufgelegtes Metallstück beschwert.

Da die Versuche im Sommer ausgeführt wurden, waren Glas und Blechschachtel bald mit Feuchtigkeit gesättigt; einen Gewichtszuwachs aber konnte ich niemals konstatieren, weder bei den Nacktschnecken, noch bei den Gehäuseschnecken und zwar auch dann nicht, wenn ich die Tiere 5 und 8 Tage lang in dem Apparat beließ.

Im übrigen konnte ich folgendes beobachten: Nacktschnecken, die nur wenig oder nur mittelstark ausgetrocknet waren, wurden durch die feuchte Luft zum Umherkriechen veranlaßt. Dabei schieden sie Schleim aus der Fußdrüse ab, und das hatte zur Folge, daß sie nicht nur keine Gewichtsvermehrung, sondern eine Gewichtsverminderung erfuhren. Ausscheidungen aus der Niere konnte ich nicht wahrnehmen, und die durch den Atemprozeß abgegebene Kohlensäure blieb unberücksichtigt.

Nacktschnecken, die vor dem Einsetzen in den Apparat sehr stark ausgetrocknet worden waren, wurden durch die feuchte Luft zum Kriechen nicht veranlaßt, erfuhren aber trotzdem keinen Gewichtszuwachs.

Auch bei solchen Nacktschnecken, die ich soweit ausgetrocknet hatte, daß sie fest und hart geworden waren, ohne in Verwesung überzugehen, war ein Gewichtszuwachs nicht zu verzeichnen.

Gehäuseschnecken der verschiedensten Arten wurden, wenn sie nicht stark ausgetrocknet worden waren, durch die feuchte Luft zum Auskriechen veranlaßt. Füllten sie vor dem Einsetzen in den Apparat ihr Gehäuse nur bis zu zwei Drittel, so füllten sie es nach Beendigung des Versuches vollständig aus. Einen Gewichtszuwachs aber hatten sie nicht erfahren, wohl aber eine Gewichtsverminderung infolge des Umherkriechens. Die Schwellung war also nur eine scheinbare; ihr größeres Volumen

wurde durch die Aufnahme von Luft in den Atemraum bedingt. Trocken und ohne Nahrung gehalten, zogen sich die Schnecken schon innerhalb eines Tages wieder tief in ihr Haus zurück.

Stark ausgetrocknete Gehäuseschnecken wurden, wenn ich sie länger in dem Apparat beließ, durch die feuchte Luft ebenfalls angeregt. Sie krochen zwar nicht aus, füllten aber nach Beendigung des Versuches einen größeren Teil ihres Gehäuses als vorher. So hatten also auch sie eine scheinbare Volumvergößerung erfahren; ein Gewichtszuwachs konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Versuche haben also ergeben: In Räumen, die mit Wasserdampf gesättigt sind, werden wasserarme Schnecken aus ihrer Lethargie geweckt und zu neuer Lebenstätigkeit angeregt; einen Gewichtszuwachs aber erfahren sie nicht, da sie aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft kein Wasser aufnehmen, und ein Aufquellen ihres Körpers findet nicht statt.

Fleischmann berichtet (26, S. 429), daß er sehr wasserarme Schnecken dadurch in „starke Schwellung" geraten lassen konnte, daß er sie für einen größeren Zeitabschnitt in einen Raum brachte, der mit Wasserdampf gesättigt war. Er gibt aber nicht an, in was für einem Raume er die Schnecken hielt. Hatte er Glasgefäße benützt, und war es den Schnecken möglich, mit den Wänden derselben in Berührung zu kommen, so erklärt sich die Sache sehr einfach: Es schlug sich Wasser an den Wänden des Glases nieder, und die Schnecken tranken es und quollen auf. Vielleicht war das Aufquellen aber auch nur ein scheinbares, so wie ich es bei meinen Versuchen mit den Gehäuseschnecken beobachtet habe.

Daß die Schnecken unfähig sind, Wasser aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft aufzunehmen, habe ich (57) bereits im Jahre 1899 im Zool. Anzeiger mitgeteilt. Eine Bestätigung (für die Weinbergschnecke) erfolgte im Jahre 1914 durch Walter Kühn (56a, S. 175 u. 176).

b. α) Beträufelungsversuche mit Nacktschnecken.

Zur Lösung der Frage: Nehmen die Schnecken flüssiges Wasser durch die Haut auf?, wurde ich durch ein merkwürdiges Zusammentreffen von Umständen geführt.

Im September 1898 verlegte ich meinen Wohnsitz von Karlsruhe nach Gengenbach im badischen Schwarzwalde. Meine

Schnecken nahm ich selbstredend mit; bis ich aber Zeit fand, nach ihnen zu sehen und sie zu pflegen, waren meine *Arionen* so weit ausgetrocknet, daß ich sie für tot hielt und auf das mit Gras bewachsene Dach vor meinem Arbeitszimmer warf. In der Nacht kam ein Gewitter, das von einem starken Regen begleitet war, und am andern Morgen krochen meine Schnecken munter und üppig aussehend auf dem Dache umher.

Jedenfalls hatten die Schnecken Wasser durch die Haut aufgenommen, hatten dadurch ihre Elastizität und Bewegungsfähigkeit zurückerhalten und dann auch Wasser getrunken. Es mußte also noch nachgewiesen werden, wie viel Wasser die Schnecken der einzelnen Arten durch die Haut aufzunehmen vermögen, und auf welchem Wege es in den Körper eindringt.

Nacktschnecken der verschiedensten Arten trocknete ich nun mehr oder weniger weit aus, setzte dann, um ein Herabgleiten zu verhüten, auf ein rauhes, langes, aber schmales Brettchen je eine Schnecke, hielt es schräg und stets so, daß der Kopf des Tieres nach oben gekehrt war und beträufelte es in nicht zu raschem Tempo vermittelst einer Pipette mit Wasser von 18 bis 20° C.

Temperiertes Wasser wählte ich, weil die Nacktschnecken unter seiner Einwirkung ihre Muskulatur nicht kontrahieren, während sie sich bei Verwendung von kaltem Wasser zusammenziehen und Schleim auspressen, wenn sie nicht zu stark ausgetrocknet sind.

Das Wasser selbst wurde hinter dem Mantel aufgeträufelt. Es hatte also nur der hintere Teil des Schneckenleibes Gelegenheit zur Wasseraufnahme. Unter allen Umständen mußte eine Wasseraufnahme durch den Mund, bzw. ein Eindringen des Wassers in die Atemhöhle verhütet werden; daher die Beträufelung hinter dem Mantel.

Das aufgeträufelte Wasser wurde durch die Hautrunzeln nicht nur am raschen Abfließen verhindert, sondern auch über die Körperoberfläche verteilt, dem Fußrande zugeführt und, wenn es nicht aufgesaugt wurde, nach hinten abgeleitet.

Um ein Abfließen des Wassers nach vorn und eine Aufnahme durch den Mund zu verhüten, mußte das Brettchen, wenn die Schnecken zu kriechen begannen, ziemlich aufrecht gehalten werden.

Vor und nach der Beträufelung wurden die Schnecken gewogen; zuvor aber wurde das ihnen noch anhaftende Wasser vermittelst Filtrierpapiers abgesaugt.

Von den vielen Versuchen, die ich in den Jahren 1899 und 1900 ausführte, sollen einige erwähnt werden.

1. Ein *Arion empiricorum* von 0,70 g wog nach zweistündiger Beträufelung 1,20 g; er hatte also sein Gewicht um 0,50 g oder 71,43% vermehrt.

2. Ein *Arion emp.* von 2,63 g wurde eine Stunde lang mit Wasser beträufelt. Seine Gewichtsvermehrung betrug 1,16 g oder 44,08%.

3. Ein *Arion emp.* von 2,60 g wog, nachdem er zwei Stunden lang beträufelt worden war, 4,09 g. Er hatte also einen Gewichtszuwachs von 1,49 g oder 57,3% erfahren.

4. Einem *Limax cinereus* von 1,60 g wurde acht Stunden lang Wasser aufgeträufelt. Seine Gewichtsvermehrung betrug 0,94 g oder 58,75%.

5. Ein *Limax cinereus* von 3,85 g wog nach zweistündiger Beträufelung 5,43 g; mithin hatte er sein Gewicht um 1,58 g oder 41,03% erhöht.

6. Ein *Limax cinereoniger* von 5,61 g wog nach zweistündiger Beträufelung trotz Schleimabscheidung 7,74 g. Die Gewichtsvermehrung betrug also 2,13 g oder 37,91%.

7. Ein *Limax cinereoniger* von 8 g wog nach zweistündiger Beträufelung 9,95 g; mithin hatte er einen Gewichtszuwachs von 1,95 g oder 24,38% erfahren.

Infolge Beträufelung erfuhren die Nacktschnecken einen Gewichtszuwachs von 24 bis 71%. Wäre auch der Mantel beträufelt worden, so hätten sich entsprechend höhere Prozentsätze ergeben müssen.

Da bei meinen Versuchen eine Wasseraufnahme durch Niere und Mund ausgeschaltet war, kann die Gewichtsvermehrung nur durch das von der Körperhaut aufgesaugte Wasser bedingt worden sein. Die Nacktschnecken sind also fähig, durch die Körperhaut Wasser aufzunehmen. Allerdings bleibt vorerst noch unentschieden, ob das Wasser auf osmotischem Wege durch die gesamte Haut eindrang, oder ob es durch die Öffnungen der Schleimdrüsen oder durch Pori aquiferi aufgenommen

und dem Blute zugeführt wurde oder nicht. Hierauf werde ich noch zu sprechen kommen.

Auffallend sind die großen Differenzen in der aufgenommenen Wassermenge. Es hängt dies einerseits mit dem Wassergehalt zusammen, den die Tiere vor der Beträufelung besaßen, anderseits aber auch mit dem Verhalten der Schnecken während des Versuchs. Wasserarme Schnecken nehmen mehr Wasser auf als solche mit höherem Wasservorrat, und von den ersteren nehmen die das meiste Wasser zu sich, die während des Versuches ruhig, aber ausgestreckt liegen bleiben. Wasserreiche Schnecken nehmen wenig oder kein Wasser durch die Haut auf.

β) Nacktschnecken unter Wasser.

Um das höchste Wasserquantum zu ermitteln, das die Schnecken durch die Haut aufzunehmen vermögen, hielt ich sie längere Zeit vollständig unter Wasser. Um eine Muskelkontraktion und die damit verbundene Schleimauspressung zu verhüten. benutzte ich Wasser von 18 bis 20° C.

Jedes Tier erhielt ein besonderes Glasgefäß. War die Schnecke gewogen und in das mit Wasser gefüllte Glas eingesetzt, so wurde dieses mit einem durchlöcherten Deckel oder mit aufgebundener Gaze verschlossen und in einen Kübel gestellt, der ebenfalls mit temperiertem Wasser gefüllt war. Das im Kübel befindliche Wasser mußte die Gläser vollständig bedecken, und Luftblasen durften in ihnen nicht vorhanden sein, weil ich durch diese Versuche auch feststellen wollte, wie lange die Schnecken unter Wasser zu leben vermögen.

Kamen die Schnecken in das Wasser, so schlossen sie das Pneumostom, streckten sich aus, krochen am Glase empor und suchten zu entkommen. Bei einigen stark ausgetrockneten Tieren sah ich, daß sie während des Emporkriechens Wasser tranken. Sie müssen also sehr durstig gewesen sein; doch stellten sie das Trinken ein, sobald sie das Glas verschlossen fanden. Nach einiger Zeit kollabrierten die Tiere, sanken herab und blieben, völlig ausgestreckt, am Boden liegen.

Da eine Wasseraufnahme durch die Niere sicher nicht stattfindet und ich einige durstige Tiere, die beim erstmaligen Emporkriechen am Glase etwas Wasser tranken, unberücksichtigt ließ,

darf die Gewichtsvermehrung, welche die Schnecken während ihres Aufenthaltes unter Wasser erfuhren, auf Rechnung der Wasseraufnahme durch die Haut gesetzt werden.

Von meinen zahlreichen Versuchen seien einige typische Fälle angeführt:

1. Vier wasserarme *Limaces arborum* von zusammen 4,56 g wurden 2½ Stunden lang unter Wasser gehalten. Nachdem sie demselben entnommen waren, und das ihnen anhaftende Wasser vermittelst Filtrierpapieres vorsichtig abgesaugt worden war, ergab sich eine Gewichtsvermehrung von 2,28 g oder 50%. Die Tiere selbst nahmen durch das Experiment keinen Schaden.

2. Ein *Limax arborum*, den ich vor dem Einsetzen ins Wasser getränkt hatte, erfuhr während eines dreistündigen Aufenthaltes unter Wasser keine Gewichtsvermehrung. Mithin hatte er durch die Haut kein Wasser aufgenommen.

Das Tier lebte nach seiner Befreiung aus dem Wasser wieder auf, wurde aber 40 Minuten später wieder eingesetzt und 3½ Stunden unter Wasser belassen. Als ich es herausnahm, war es tot. Es wog 0,69 g, hatte aber nicht nur keine Gewichtsvermehrung, sondern eine Gewichtsverminderung von 0,13 g oder 15,85% erfahren; sein Schleim war dünnflüssig geworden und nach außen abgeflossen.

3. Ein zuvor getränkter *Limax arborum* von 0,83 g, der vier Stunden unter Wasser gehalten worden war, lebte wieder auf, wog aber nach seiner Entnahme aus dem Wasser nur noch 0,80 g. Auch er hatte kein Wasser durch die Haut aufgenommen, sondern flüssig gewordenen Schleim abgegeben.

4. Noch auffallender zeigte sich die Gewichtsverminderung bei einem zuvor getränkten *Limax arborum* von 0,82 g, der 5 Stunden unter Wasser aushalten mußte. Auch er lebte wieder auf, hatte aber einen Gewichtsverlust von 0,19 g oder 23,17% erlitten.

Nach dreistündigem Aufenthalt unter Wasser wird der schon beim Einsetzen wasserreiche Schleim des *Limax arborum* dünnflüssig und fließt ab; daher der Gewichtsverlust.

5. Ein *Limax cinereoniger* von 21,21 g, der 14½ Stunden unter Wasser gehalten worden war, hatte sein Gewicht um nur 3,49 g oder 16,45% erhöht. Das Tier hatte nämlich schon vor dem Einsetzen einen hohen Wassergehalt und schied während

seines Aufenthaltes unter Wasser etwas Schleim ab. Schaden brachte der Aufenthalt unter Wasser dem *Cinereoniger* nicht.

6. Ein *Limax cinereoniger* von 7,43 g erfuhr während eines 14stündigen Aufenthaltes in Wasser einen Gewichtszuwachs von 37%, und ein solcher von 0,55 g einen Zuwachs von 45,45%. Die Tiere nahmen mehr Wasser durch die Haut auf, weil sie vor dem Versuche etwas ausgetrocknet worden waren.

7. Wasserarme *Arion emp.* von 4,18, 7,52 und 6,14 g waren 12, 11 und 10 Stunden unter Wasser gehalten worden. Ihre Gewichtsvermehrung betrug 2,32, 3,33 und 3,31 g oder 55, 44 und 54%.

Bei der Befreiung aus dem Wasser lebten die Tiere sofort auf und krochen davon.

8. Ein anderer wasserarmer *Arion emp.*, der 11 Stunden unter Wasser verbracht hatte und nach seiner Befreiung aus demselben sofort auflebte, wog beim Einsetzen 5,93 g, bei seiner Entnahme aber 9,42 g. Mithin hatte er 3,49 g oder 58,85% Wasser durch die Haut aufgenommen.

9. Von zwei *Limax variegatus* mit mittlerem Wassergehalt erfuhr der eine infolge eines vierstündigen Aufenthaltes unter Wasser eine Gewichtsvermehrung von 47,61%, während der andere in der gleichen Zeit einen Gewichtszuwachs von 74,24% erfuhr.

Ein weiterer dreistündiger Aufenthalt unter Wasser brachte keine Gewichtsvermehrung hervor; also hatten die Tiere die größtmögliche Wassermenge durch die Haut aufgenommen.

Aus den mit den Nacktschnecken angestellten Versuchen resultiert:

1. Nacktschnecken mit mittlerem oder geringem Wassergehalt können infolge Wasseraufnahme durch die Haut einen Gewichtszuwachs von 37 bis 74% erfahren.

2. Nacktschnecken mit hohem Wassergehalt nehmen wenig oder kein Wasser durch die Haut auf.

3. Bei Nacktschnecken, die unter Wasser gehalten werden, hört eine Gewichtsvermehrung infolge Wasseraufnahme durch die Haut auf, sobald der Schleim in den dünnflüssigen Zustand übergeht und nach außen abfließt.

c. α) Beträufelungsversuche mit Gehäuseschnecken.

Mit den Gehäuseschnecken sind die Beträufelungsversuche weniger leicht auszuführen als mit den Nacktschnecken, weil sie sich bei eintretender Trockenheit in ihr Haus zurückziehen, den Körper mit dem vorgeschobenen Mantelrand bedecken und ihn so für die Beträufelung unzugänglich machen.

Durch Andrücken der Gehäusemündung an die Unterlage, und durch sogenannte Schutzhäute, die vom Mantelrand abgeschieden werden, können die Schnecken die Verdunstung reduzieren, niemals aber völlig aufheben. Das Nähere hierüber wird bei den Austrocknungsversuchen besprochen werden.

Vor der Beträufelung müssen die Schnecken zum Auskriechen veranlaßt werden. Haben sie wenig Wasser verdunstet, so kommen sie nach Entfernung der Schutzhäute schon auf mechanische Reize hervor. Ist die Austrocknung weiter vorgeschritten, so kann man die Tiere dadurch zum Auskriechen veranlassen, daß man sie in temperiertes Wasser legt oder von Zeit zu Zeit in solches eintaucht.

Bei Schnecken, mit denen Beträufelungsversuche angestellt werden sollten, wandte ich diese Methode nicht an, weil dabei ein Eindringen von Wasser in den Atemraum nicht ausgeschlossen ist.

Ich verfuhr folgendermaßen: Auf den über dem Körper ausgebreiteten Mantelrand gab ich einen Tropfen temperiertes Wasser. Sofort schloß sich der zur Atemhöhle führende Spalt, und der Mantelrand machte wellenförmige, mit der Lupe wahrzunehmende Bewegungen. Sobald er sich aber anschickte, das Atemloch freizulegen, ließ ich das Wasser ablaufen, um ein Eindringen desselben in den Atemraum zu verhüten.

Schon hieraus ist ersichtlich, daß sich kleine Schnecken und solche, die sich sehr tief ins Gehäuse zurückgezogen haben, zu den Versuchen nicht eignen.

Mit dem Auskriechen beginnen die Tiere, sobald der Mantelrand energisch zurückgezogen wird. Bemerkt man das, so läßt man das etwa noch vorhandene Wasser rasch ablaufen und saugt vermittelst eines bereit gehaltenen Filtrierpapieres zuerst das der inneren Schalenwand anhaftende Wasser ab, weil die Schnecke, sobald der Kopf hervortritt, dasselbe auflecken würde. Oft dauerte es mehr als eine Stunde, bis die Schnecken zum Auskriechen sich

anschickten. Hatte das Versuchstier auf einer Glasplatte festen Fuß gefaßt, so begann die Beträufelung, die ich bei *Helix pomatia* mit Wasser von 25 bis 28° C ausführte, weil es den Tonus löst, ohne das Lokomotionsvermögen aufzuheben.

Die Schnecken breiteten ihren Fuß aus, streckten die Fühler weit hervor und kontrahierten die Stellen, auf die das Wasser auftropfte, nicht. Sie fühlten sich, wie es schien, recht behaglich und nahmen mehr Wasser durch die Haut auf als bei der Beträufelung mit Wasser von nur 18 bis 20° C, welches, wie es scheint, die Haut nicht völlig tonusfrei macht.

Helix arbustorum wurde mit Wasser von 18 bis 20° C beträufelt, da sie, wie ich durch Versuche feststellte, ein geringeres Wärmebedürfnis hat als *Helix pomatia* und höhere Wärmegrade nicht so gut erträgt als diese.

Die Beträufelung selbst muß mit größter Vorsicht ausgeführt werden. Damit kein Wasser nach vorn ablaufen und von der Schnecke getrunken werden kann, muß die das Tier tragende Glasscheibe ziemlich aufrecht gehalten und stets so gedreht werden, daß das Kopfende der Schnecke an höchster Stelle liegt. Das hinter dem Kopfe aufgeträufelte Wasser läuft ziemlich rasch ab. Bei größeren Weinbergschnecken floß innerhalb zweier Stunden oft ein Liter Wasser über den Rücken eines Tieres hinweg. Von Zeit zu Zeit hält man die Glasplatte weniger aufrecht und beträufelt die Seitenteile und das Fußende des Tieres. Ich hielt stets mehrere Glasplatten parat, weil die Schnecke auf nassen Teilen der Platte nicht kriechen darf, da sie sonst Wasser aufleckt, und weil man, wenn der Versuch im Gang ist, keine Zeit hat, die Platte zu reinigen und trocken zu reiben.

In der ersten halben Stunde verhielten sich die Tiere oft sehr unruhig; sie drehten den Kopf nach allen Seiten, leckten mit der Zunge in der Luft herum und suchten das Wasser mit aller Gewalt zu erreichen. Ihr Durstgefühl mußte also ein sehr großes gewesen sein. Allmählich aber wurden die Schnecken ruhig, krochen langsam auf der Platte umher oder blieben, wie ich oben schilderte, mit ausgebreitetem Fuße und ausgestülpten Ommatophoren ruhig liegen. Ihre Haut machte pulsative (peristaltische), von vorn nach hinten fortschreitende Bewegungen, und das Lecken hörte auf. Das durch die Haut aufgenommene Wasser scheint den Durst der Schnecken gestillt zu haben.

Gelang es einem Tiere, das Wasser mit dem Munde zu erreichen, so war eine Fortsetzung des Versuches wertlos, da das getrunkene Wasser die Resultate merklich beeinflußt, also unbrauchbar macht.

Versuche, die ich an kühlen Tagen ausführte, wurden im gut geheizten Zimmer angestellt, weil unter gleichzeitiger Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme die Haut der Tiere tonusfrei und zur Wasseraufnahme geeigneter wird.

Daß auch der drüsenreiche Mantelrand relativ viel Wasser einzusaugen vermag, habe ich bei solchen Tieren festgestellt, die lange nicht auskriechen wollten. Nicht nur die stattgehabte Gewichtsvermehrung sprach für eine Wasseraufnahme durch den Mantelrand, sondern auch die Tatsache, daß die Schnecken auf mechanische Reize dünnflüssigen Schleim aus dem Mantelrande auspreßten und ihn mit Hilfe der Atemluft aufbliesen; dazu aber waren sie, ehe Wasser mit ihrem Mantel in Berührung gekommen war, nicht fähig gewesen.

Die aufgenommenen Wassermengen wurden nach Gramm ermittelt und dann in Prozenten des Gewichtes ausgedrückt, das die Tiere vor Beginn des Versuches hatten. Prozentsätze, die sich auf das beschalte Tier beziehen, eignen sich nicht zu einem Vergleiche der Gehäuseschnecken unter sich und noch viel weniger zu einem solchen mit den Nacktschnecken. Es mußte deshalb die aufgenommene Wassermenge in Prozenten des unbeschalten Schneckenkörpers ausgedrückt werden.

Daß sich die in Prozenten des beschalten Körpers ausgedrückten Wassermengen selbst zu einem Vergleiche bei Tieren derselben Art nicht eignen, zeigte sich bei den Gewichtsbestimmungen ganz auffallend:

Größere Gehäuse erwachsener Schnecken waren oft leichter als kleinere Gehäuse erwachsener Tiere derselben Art, und zwar auch dann, wenn die Schnecken von derselben Örtlichkeit stammten oder, aus dem Ei gezogen, unter denselben Bedingungen gehalten wurden. Kalkaufnahme und Kalk-Ausscheidung scheinen von individuellen Dingen abhängig zu sein.

Zu den Beträufelungsversuchen eignen sich kleine Gehäuseschnecken nicht gut, weil eine Wasseraufnahme durch den Mund nur bei größter Vorsicht zu verhüten ist; deshalb habe ich neben *Helix arbustorum* hauptsächlich *Helix pomatia* zu meinen Versuchen verwendet.

Je nach Temperatur, Aufbewahrungsort und Aufbewahrungsgefäß trocknete *Helix arbustorum* schon in 3 bis 4 Wochen stark aus, während *Helix pomatia* monatelang hungern und dürsten mußte, um einen relativ gleichgroßen Gewichtsverlust zu erfahren.

In der Regel habe ich mit *Helix pomatia* die Beträufelungsversuche nach ihrem Erwachen aus dem Winterschlafe vorgenommen, da ich auf Grund meiner Zuchtversuche wußte, daß sie da viel Wasser zu sich nehmen.

In nachstehender Tabelle habe ich die Ergebnisse einer Anzahl Beträufelungsversuche, die ich im Jahre 1903 ausführte, für *Helix arbustorum* und *Helix pomatia* zusammengestellt. Geordnet sind die Versuchstiere der behandelten Arten nach der Versuchsdauer.

Beträufelungsversuche mit Gehäuseschnecken.

Nr.	Name der Schnecke	Gewicht der Schnecke vor der Beträufelung in g	Gewicht der Schnecke nach der Beträufelung in g	Gewicht des Gehäuses in g	Gewicht des nackt. Körpers vor der Beträufelung in g	Dauer des Versuchs in Stunden	Durch die Haut aufgenommenes Wasser in g	in Prozenten bezogen auf Schnecke mit Haus	in Prozenten bezogen auf Schnecke ohne Haus
1	*Helix arbustorum*	1,695	1,920	0,490	1,205	0^{15}	0,225	13.27	18,67
2	,, ,, .	1,660	2,205	0,390	1,270	1	0,545	32,83	43,00
3	,, ,, .	1,860	2,540	0,420	1,440	1	0,680	36,56	47,22
4	,, ,, .	2,137	2,905	0,580	1,557	1	0,768	35,93	49,36
5	,, ,, .	2,182	2,925	0,420	1,762	1	0,743	34,05	42,16
6	,, ,, .	1,750	2,541	0,492	1,258	2	0,791	45,20	62,88
7	,, ,, .	1,840	2,804	0,430	1,410	2	0,964	52,40	68,36
8	,, *hortensis* ..	2,272	2,570	0,620	1,652	0^{15}	0,298	13,11	18,04
9	,, *pomatia* ..	21,903	24,915	6,065	15,838	0^{45}	3,012	13,75	19,02
10	,, ,, ...	28,890	35,815	5,085	23,805	1^{30}	6,925	23,97	29,09
11	,, ,, ...	18,214	23,710	4,100	14,114	1^{30}	5,496	30,20	38,94
12	,, ,, ...	21,340	30,440	5,870	15,470	2	9,10	42,64	58,82
13	,, ,, ...	16,110	20,880	4,658	11,452	2	4,77	29,60	41,65
14	,, ,, ...	16,480	22,616	3,890	12,910	2^{45}	6,13	36,48	47,48
15	,, ,, ...	14,902	21,750	4,490	10,412	3	6,848	45,95	65,77

Bei *Helix arbustorum* Nr. 1 wurde Wasser auf den über dem Körper ausgebreiteten Mantel gegeben. Nach 15 Minuten ließ ich das nicht aufgesaugte Wasser ablaufen und tupfte Mantel und Gehäuseinneres mit Filtrierpapier ab. Gewogen wurde die Schnecke erst eine Stunde später, damit das etwa noch anhaftende Wasser verdunsten konnte. Ähnlich wurden auch die übrigen Schnecken behandelt. Die Wägung ergab, daß der Mantel 0,225 g Wasser eingesaugt hatte. Dadurch erfuhr die beschalte Schnecke (1,695 g) einen Gewichtszuwachs von 13,27%, die unbeschalte (1,205 g) einen solchen von 18,67%.

Bei *Helix hortensis* (Nr. 8 der Tabelle) saugte der Mantelrand innerhalb 15 Minuten 0,298 g Wasser ein, wodurch die beschalte Schnecke einen Gewichtszuwachs von 13,11%, die unbeschalte einen solchen von 18,04% erfuhr.

Die *Helix arbustorum* 2 bis 5 wurden nach dem Auskriechen eine Stunde lang beträufelt. Sie nahmen 0,545 bis 0,743 g Wasser auf und erhöhten dadurch das Gewicht des beschalten Körpers um 32,83 bis 36,56%, das des unbeschalten Körpers aber um 42,16 bis 49,36%. Ein Vergleich mit *Helix arbustorum* Nr. 1 zeigt, daß der Mantelrand relativ viel Wasser einsaugt.

Vergleicht man die in Gramm ausgedrückten Wassermengen der Tiere 2 bis 5 miteinander, so erkennt man, daß eine größere (schwerere) Schnecke, absolut genommen, mehr Wasser durch die Haut einsaugt als eine kleinere derselben Art. Dies trifft aber nur dann zu, wenn die Schnecken vor der Beträufelung relativ gleichstark ausgetrocknet wurden.

Helix arbustorum 6 und 7 wurden nach dem Auskriechen zwei Stunden lang beträufelt. Sie nahmen 0,791 und 0,964 g Wasser durch die Haut auf und erfuhren in bezug auf den unbeschalten Körper einen Gewichtszuwachs von 62,88 bis 68,36%.

Ein Vergleich dieser Tiere mit den *Arbustorum* 2 bis 5 ergibt, daß in der zweiten Versuchsstunde weniger Wasser durch die Haut eingesaugt wird als in der ersten Stunde. In der dritten Stunde nahmen die Schnecken fast kein Wasser mehr auf.

Helix pomatia wurde Ende September 1902 gesammelt und nach dem Eindeckeln im geheizten Arbeitszimmer gehalten. Manche Tiere wurden schon während des Winters, andere nach

dem Abwerfen des Epiphragmas und wieder andere 1—2 Monate nach vollendeter Winterruhe beträufelt.

Eine *Helix pomatica* (Nr. 9 der Tabelle), die am 27. Oktober 1902 noch nicht gedeckelt war, wurde an genanntem Tage zum Auskriechen veranlaßt und beträufelt. In 45 Minuten nahm sie 3,012 g Wasser durch die Haut auf, und trank dann innerhalb 36 Minuten 4,435 g Wasser.

Vor der Wasseraufnahme wog die Schnecke 21,903 g, nach derselben 29,350 g. Nach Abzug des Gehäuses mit 6,065 g ergab sich für die unbeschalte, unbeträufelte Schnecke ein Gewicht von 15,838 g. In ihm ausgedrückt, betrug das durch die Haut aufgenommene Wasser 19,02%, das getrunkene aber 28%.

Eine *Helix pomatia* (Nr. 12 der Tabelle) deckelte sich in den ersten Oktobertagen ein. Am 13. Oktober wog sie 27,680 g. Im geheizten Arbeitszimmer gehalten, verminderte sie bis zum 2. Februar 1903 ihr Gewicht um 3,28 g oder 11,85%. Am 7. Februar warf sie ihr Epiphragma ab, kroch umher, hängte sich an der Wand ihres Stalles fest und bildete — was ich allerdings erst am 30. März konstatieren konnte — eine kalkhaltige Schutzhaut, aber kein Epiphragma. Zur Erzeugung eines solchen fehlte der nötige Kalk.

Nachdem ich die Schutzhaut entfernt hatte, wog die Schnecke 21,340 g. Nach Abzug des Epiphragmas, das 0,445 g wog, hatte die Schnecke vom 2. Februar bis 30. März 1903 einen Gewichtsverlust von 2,615 g erlitten. Vom 13. Oktober 1902 bis 30. März 1903 hatte also die Schnecke ihr Gewicht um 3,28 + 2,615 = 5,895 g oder 21,29% vermindert.

Ich gab Wasser auf den Mantel; 20 Minuten später war die Schnecke ausgekrochen, und nun wurde sie beträufelt. In der ersten Versuchsstunde nahm sie 6,950 g, in der zweiten aber nur 2,510 g Wasser durch die Haut auf. In der ersten Stunde absorbierte die Haut also 2,585mal so viel Wasser als in der zweiten Stunde.

Im ganzen hatte die Schnecke in zwei Stunden 9,10 g Wasser durch die Haut aufgenommen. Damit hatte sie nicht nur den erlittenen Gewichtsverlust ersetzt, sondern ihr ursprüngliches Gewicht sogar um 3,205 g überschritten. Es ist das ein Beweis dafür, daß die Schnecken zur Zeit der Eindeckelung nicht sehr wasserreich sind.

Vor der Beträufelung wog die Schnecke 21,340 g. Nach Abzug des Gehäuses mit 5,87 g ergibt sich für die unbeschalte Schnecke ein Gewicht von 15,470 g.

In bezug auf das Gewicht der Schnecke mit Haus betrug die durch die Haut aufgenommene Wassermenge 42,64%; auf die unbeschalte Schnecke bezogen, ergaben sich 58,82%.

Helix pomatia Nr. 15 verschloß anfangs Oktober 1902 ihre Gehäusemündung mit einer festen, durchsichtigen Haut; einige Tage später erzeugte sie hinter derselben, in einem Abstand von 5 mm, ein Epiphragma.

Um zu erfahren, ob die Schnecke fähig sei, ein zweites Epiphragma zu bilden, nahm ich ihr das bereits vorhandene am 17. November 1902 weg. Es wog 0,128 g, besaß also verhältnismäßig wenig Kalk.

Da die Schnecke bis zum 25. Dezember weder ein Epiphragma noch eine Schutzhaut erzeugt hatte, wurde sie mechanisch gereizt. Sie schied etwas rahmartigen Schleim ab, kroch aus und hängte sich an der Wand ihres Behälters fest. Ich nahm sie ab und reizte sie abermals. Sie schied zuerst eine rahmartige Masse und dann Schleim ab, woraus sich eine kalkführende Membran, aber kein richtiges Epiphragma bildete; es fehlte am nötigen Kalk. Vom Schalenrande war die Membran 2,3 cm entfernt.

38 Tage später entfernte ich die Schutzhaut; dabei zeigte sich, daß die Schnecke in einem Abstande von 11 mm eine zweite, gleich gebaute Schutzhaut gebildet hatte, die fest am Gehäuse haftete und schwer zu entfernen war. Auf mechanische Reize schob die Schnecke ihren Körper nach vorn und füllte das Gehäuse völlig aus, kroch aber nicht aus, sondern erzeugte eine neue Schutzhaut. Mit Ausnahme von der Stelle, die dem Pneumostom gegenüberlag, war diese Haut völlig kalkfrei.

Andern Tages (3. Februar 1903) wurde die Schnecke durch Wasser zum Auskriechen veranlaßt und beträufelt.

In einer Stunde und zehn Minuten saugte die Haut 5,148 g Wasser auf. In der nächsten halben Stunde betrug der Gewichtszuwachs nur 0,420 g, und bei weiterer Beträufelung nahm die Schnecke infolge Umherkriechens sogar um 0,180 g ab.

Nach der Eindeckelung im Herbst 1902 wog die Schnecke 18,445 g; vor der Beträufelung, die am 3. Februar 1903 vorgenommen wurde, wog sie nur noch 14,902 g. Sie hatte also einen

Gewichtsverlust von 4,543 g erfahren. Dieser setzt sich zusammen aus dem Gewichte des Epiphragmas, der abgeschiedenen Schleim- und Kalkmassen und des verdunsteten Wassers.

Nach der Beträufelung wog die Schnecke 20,290 g; mithin nahm sie 5,388 g Wasser durch die Haut auf, also mehr als sie seit Herbst 1902 verloren hatte. Nach Beendigung des Versuches zog sich die Schnecke in ihr Haus zurück, kroch aber in der folgenden Nacht aus und hängte sich an der Wand ihres Stalles fest.

Drei Monate später, am 3. Mai 1903, wog die Schnecke nur noch 16,870 g. Sie hatte also einen Gewichtsverlust von 3,420 g erfahren. Setzen wir diesen Gewichtsverlust vollständig auf Rechnung des Wassers, so besaß die Schnecke von dem Wasser, das sie am 3. Februar durch die Haut aufnahm, nur noch 1,968 g.

Am 3. Mai 1903 wurde die Schnecke abermals beträufelt. Sie nahm auf:

in der ersten Stunde	= 3,280 g,
in der zweiten Stunde	= 1,350 g, und
in der dritten Stunde	= 0,250 g
zusammen	= 4,880 g.

Nach Beendigung des Versuches wog die Schnecke 21,750 g. Vor der ersten Beträufelung wog sie 14,902 g; mithin besaß die Schnecke 6,848 g Wasser, das ausschließlich durch die Haut aufgenommen wurde.

Das Gehäuse der Schnecke wog 4,490 g; mithin wog der nackte Schneckenkörper vor der ersten Beträufelung 10,412 g.

Im Gewichte des beschalten Körpers (14,902 g) ausgedrückt, betrug das durch die Haut aufgenommene Wasser 45,95%, auf den nackten Körper (10,412 g) bezogen 65,77%.

Die Schnecke wurde später noch öfters beträufelt und mit Kopfsalat und Karotten gefüttert. Sie fraß aber nur sehr wenig, gedieh nicht und war nie so frisch und lebhaft wie ihre Kameraden, welche nach dem Erwachen aus dem Winterschlafe Wasser trinken durften. Gleiches zeigte sich bei anderen Weinbergschnecken, denen eine Wasseraufnahme durch den Mund verweigert, eine solche durch die Haut aber des öfteren gewährt wurde. Das durch die Haut aufgenommene Wasser konnte die Schnecken nicht am Leben erhalten.

β) Gehäuseschnecken unter Wasser.

Um zu ermitteln, wie lange die Gehäuseschnecken unter Wasser auszuhalten vermögen, setzte ich sie zu den verschiedensten Zeiten auf mehrere Stunden in gewöhnliches Leitungswasser. Sobald sie mit dem Wasser in Berührung kamen, verschlossen sie das Pneumostom, krochen aus, wenn dies nicht schon vorher geschehen war, und suchten aus dem Wasser zu entkommen. In den Atemraum drang in der Regel erst Wasser ein, wenn die Tiere im Kollaps lagen. Eine Wasseraufnahme durch den Mund beobachtete ich nur selten und auch nur bei solchen Schnecken, die zuvor längere Zeit kein Wasser erhalten hatten. Selbstredend waren solche Tiere zur Ermittlung einer Wasseraufnahme durch die Haut nicht zu gebrauchen. Aber auch die Tiere, die kein Wasser durch den Mund aufnahmen, quollen stark auf, schieden bei längerem Aufenthalte unter Wasser Schleim ab, erholten sich aber wieder, wenn sie vor Eintritt des kritischen Moments dem Wasser entnommen wurden. Im großen und ganzen nahmen die unter Wasser gehaltenen Schnecken auch nicht mehr Wasser durch die Haut auf als die, welche zwei Stunden lang mit temperiertem Wasser beträufelt wurden.

Helix pomatia setzte ich in der Regel noch an demselben Tage unter Wasser, an dem sie nach Beendigung des Winterschlafes ihr Epiphragma abwarf und auskroch.

Bei manchen Schnecken war es gar nicht einfach, das Gewicht des durch die Haut aufgenommenen Wassers festzustellen, weil auch Wasser in die Atemhöhle eingedrungen war. Andererseits war aber auch das Verhalten der Tiere nach ihrer Entnahme aus dem Wasser interessant; deshalb sollen einige Fälle hier besprochen werden:

1. Eine *Helix pomatia* von 15,06 g, die zwei Stunden lang unter Wasser gehalten wurde, wog nach ihrer Befreiung aus demselben 20,96 g; sie hatte also ihr Gewicht um 5,90 g vermehrt. Die Schnecke war gequollen und hatte Wasser in den Atemraum aufgenommen. Ich setzte sie auf meinen Arbeitstisch. Eine halbe Stunde nach ihrer Entnahme aus dem Wasser breitete die Schnecke ihre Sohle aus, hob das Gehäuse vorn empor und saugte Luft in den Atemraum ein, senkte dann das Gehäuse rasch wieder und preßte Wasser und Luft unter einem eigentümlichen Geräusch

aus der Atemhöhle aus. Während einer Minute atmete die Schnecke zweimal ein und aus.

Nach einer halben Stunde war das Wasser aus dem Atemraum entfernt. Nun stülpte die Schnecke ihre Ommatophoren aus und begann zu kriechen. Ich trocknete sie mit Filtrierpapier ab und bestimmte ihr Gewicht. Sie wog 19,45 g, hatte also 1,51 g Wasser aus der Atemhöhle entfernt; mithin waren durch die Haut 4,39 g eingedrungen.

Das Gehäuse wog 4,25 g; folglich hatte der nackte Schneckenkörper vor dem Einsetzen ins Wasser ein Gewicht von 10,81 g. Auf den unbeschalten Körper bezogen, betrug das durch die Haut aufgenommene Wasser 40,61%. Nach 25 Tagen hatte die Schnecke das durch die Haut aufgenommene Wasser wieder abgegeben (verdunstet).

2. Eine *Helix pomatia* von 12,75 g, welche 15 Stunden unter Wasser aushalten mußte, war sehr stark gequollen, reagierte aber noch auf Nadelstiche.

Nachdem sie sorgfältig abgetrocknet worden war, wog die Schnecke 25,12 g. Sie hatte also 12,37 g Wasser aufgenommen; doch war dies nicht alles durch die Haut eingedrungen; ein großer Teil davon befand sich in der Atemhöhle. Wie die obengenannte Schnecke, so wurde auch sie auf meinen Arbeitstisch gesetzt und beobachtet. Eine halbe Stunde nach ihrer Befreiung aus dem Wasser begann sie mit den Atembewegungen, die sie 50 Minuten lang mit eingezogenen Fühlern fortsetzte und dabei das in ihre Atemhöhle eingedrungene Wasser abschied. Nun erst stülpte sie die Ommatophoren aus und versuchte zu kriechen, was ihr aber erst nach einer weiteren Stunde, also 2 Stunden 20 Minuten nach ihrer Befreiung aus dem Wasser gelang.

Nachdem der Schnecke das ihr anhaftende Wasser mit Filtrierpapier abgesaugt worden war, wog sie noch 17,54 g. Sie hatte also 7,58 g Wasser abgeschieden; dieses war zum größten Teil im Atemraum enthalten. Die restierenden 4,79 g waren vom Mantelrande und Fuß eingesaugt worden.

Am Abend kroch die Schnecke munter umher, setzte sich dann an der Wand ihres Stalles fest und blieb dort hängen, bis ich sie fünf Tage später behufs Gewichtsbestimmung abnahm. Auch jetzt noch hatte sie ihr ursprüngliches Gewicht um 4,56 g

überschritten. Als ich ihren Mantelrand berührte, zog sie sich tiefer in ihr Haus zurück und blies Luft und Schleim aus, gerade so, wie dies wasserreiche Weinbergschnecken im Frühling und Sommer auf Berührung zu tun pflegen.

Da die Schnecken, wenn sie aus dem Winterschlaf erwachen, diese Fähigkeit nicht besitzen, ist anzunehmen, daß das vom Mantelrand eingesaugte Wasser den darin enthaltenen Schleim zum Aufquellen gebracht hatte.

Dreißig Tage nach ihrer Befreiung aus dem Wasser hatte die Schnecke ihr ursprüngliches Gewicht von 12,75 g wieder erreicht, und nun wurde sie getötet. Ihr Gehäuse wog 3,41 g, ihr unbeschalter Körper 9,34 g. Auf ihn bezogen, betrug die durch die Haut aufgenommene Wassermenge (4,79 g) 51,28 %.

3. Eine *Helix pomatia* von 14,71 g wurde 9 Stunden lang unter Wasser gehalten. Nachdem sie herausgenommen und sorgfältig mit Filtrierpapier abgetupft worden war, wog sie 24,76 g. Mithin hatte sie ihr Gewicht um 10,05 g erhöht.

Vermittelst einer Pipette entnahm ich der Atemhöhle der Schnecke 3,03 g Wasser. Nachdem dies geschehen war, machte die Schnecke die bekannten Atembewegungen und preßte dadurch noch 1,26 g Wasser aus. Nun wog die Schnecke 20,47 g; sie hatte also ihr ursprüngliches Gewicht von 14,71 g nur noch um 5,76 g überschritten. Da das Gehäuse 4,38 g wog, betrug das Gewicht des nackten Körpers vor dem Einsetzen der Schnecke ins Wasser 10,33 g.

Hierauf bezogen, entspricht die vom Mantelrande und Fuß festgehaltene Wassermenge einem Gewichtszuwachs von 55,76 %.

Die Versuche ergaben, daß die unter Wasser gehaltenen Weinbergschnecken nicht mehr Wasser durch die Haut aufnahmen als die, welche beträufelt wurden. Allerdings wurde nur das Wasser in Rechnung gezogen, welches von den Tieren im Körper zurückbehalten wurde, nicht aber jenes, das sie nach ihrer Befreiung aus dem Wasser wieder auspreßten. Auch der Schleim, den die Tiere bei längerem Aufenthalte unter Wasser abschieden, blieb unberücksichtigt.

Die vielen Beträufelungsversuche, die ich mit *Helix arbustorum* und *Helix pomatia* ausführte, hatten folgendes Ergebnis:

1. Wasserarme *Helix arbustorum* können in bezug auf den unbeschalten Körper 62—68%, wasserarme *H. pomatia* 59—66% Wasser durch die Haut aufnehmen.
2. Der drüsenreiche Mantelrand nimmt relativ viel Wasser auf.
3. In der ersten Stunde wird bedeutend mehr Wasser eingesaugt als in der zweiten Stunde. Nach 2½stündiger Beträufelung ist der Sättigungspunkt erreicht.
4. Das durch die Haut aufgenommene Wasser ist nicht imstande, die Schnecken auf die Dauer am Leben zu erhalten.
5. Wie bei den Nacktschnecken, so ist auch bei den Gehäuseschnecken die aufzunehmende Wassermenge vom Wassergehalt der Tiere abhängig: Wasserreiche Schnecken nehmen weniger Wasser durch die Haut auf als wasserarme.

Will man die Schnecken in bezug auf die Wassermengen, welche sie durch die Haut aufzunehmen vermögen, miteinander vergleichen, so müssen sie vor Beginn der Versuche relativ gleichstark ausgetrocknet und dann gleichlang und gleichstark beträufelt werden. Die Temperatur des dazu verwendenden Wassers muß dem Wärmebedürfnis der Tiere angepaßt sein.

Zur Beträufelung von Nacktschnecken und *Helix arbustorum* eignet sich Wasser von 18—20° C; für *Helix pomatia* verwendet man am besten Wasser von 25—28° C.

Mathematisch scharf lassen sich die Wasserquantitäten, welche von den Schnecken durch die Haut aufgenommen werden können, selbstredend nicht bestimmen. Im großen und ganzen aber ergaben meine Versuche, daß Nackt- und Gehäuseschnecken — relativ genommen — annähernd gleichviel Wasser durch die Haut aufzunehmen vermögen.

Auf den wasserarmen Körper bezogen, betrug die durch die Haut aufgenommene Wassermenge im günstigsten Fall:

bei den Nacktschnecken	= 60—74%,
bei *Helix arbustorum*	= 62—68%, und
bei *Helix pomatia*	= 59—66%.

Daß die Nacktschnecken fähig sind, Wasser durch die Haut aufzunehmen, teilte ich (57) bereits im Jahre 1899 im Zoologischen Anzeiger mit. Im Jahre 1914 berichtete Walter Kühn (56a, S. 171 u. f.) über Versuche, bei denen *Helix pomatia* Wasser durch die Haut aufnahm. Er beträufelte die Schnecken aber nicht, sondern operierte sie, unterband

den „Vorderdarm kurz hinter der Mundöffnung,“ so daß ein Wassertrinken unmöglich war, und nähte wieder zu. Andern Tags brachte er die Tiere in ein schräg gestelltes Gefäß, dessen Boden zum Teil mit Wasser bedeckt war, und legte sie an die Wassergrenze. Hatten sich die Schnecken inzwischen in ihre Gehäuse zurückgezogen, so krochen sie aus und verließen alsbald das Wasser. Sie wurden in bestimmten Zwischenräumen gewogen und dann wieder in das Gefäß zurückgebracht und zwar stets so, daß sie gerade an der Wassergrenze lagen. Vor jeder Wägung wurden sie mit Fließpapier sorgfältig abgetrocknet.

Bei Kühns Versuchen betrug das durch die Haut aufgenommene Wasser nur 7,4—19,9 % des Gewichtes, das die Schnecken vor der Wasserzufuhr hatten.

2. Wasseraufnahme durch den Mund.

Obgleich die Wassermengen, welche von den Schnecken durch die Haut aufgenommen werden, relativ große sind, so genügen sie nicht, die Tiere auf längere Zeit am Leben zu erhalten; auch das in der Nahrung enthaltene Wasser reicht dazu nicht aus. Die Schnecken müssen, um leben zu können, Wasser trinken.

Um zu erfahren, wie viel Wasser die Schnecken durch den Mund aufzunehmen vermögen, stellte ich in den Jahren 1898 bis 1910 mit hunderten von Individuen der einzelnen Arten Austrocknungs- und Tränkversuche an. Dabei ergab sich, daß wasserreiche Schnecken weniger Wasser trinken als wasserarme oder solche mit einem mittleren Wassergehalt. Die Wassermengen, welche von den Schnecken getrunken werden können, sind also von dem Wassergehalt abhängig, den die Tiere vor der Tränkung besitzen.

Welch großen Schwankungen der Wassergehalt unserer Nacktschnecken unterworfen ist, mögen einige Beispiele dartun:

Das Gewicht eines hungernden *Limax tenellus* bewegte sich zwischen 0,88 — 0,28 — 0,78 — 0,27 — 0,855 — 0,22 — 0,88 — 0,16 und 0,85 g, das eines *Limax arborum* zwischen 1,16 — 0,37 und 1,295 g, das eines *Limax variegatus* zwischen 5,85 — 2,47 und 5,95 g und das Gewicht eines *Limax cinereus* zwischen 12,18 — 5,74 und 12,76 g.

Diese großen Gewichtsveränderungen waren eine ausschließliche Folge des größeren oder kleineren Wassergehaltes der Schnecken, hervorgerufen durch abwechslungsweises Austrocknen und Tränken.

So schwankend wie der Wassergehalt sind die Wassermengen, welche von den Schnecken getrunken werden können.

Da ich feststellen wollte, wie viel Wasser die Schnecken der einzelnen Arten zu trinken vermögen, mußte ich sie vor der Tränkung möglichst weit und relativ gleichstark austrocknen. Zuvor aber mußte ich ermitteln, welchen Austrocknungsgrad sie ertragen. Es war dies eine sehr zeitraubende Arbeit, da hunderte von Individuen der einzelnen Arten oft monatelang täglich gewogen werden mußten. Ganz besonders schwierig gestaltete sich die Sache bei den Gehäuseschnecken, da manche erst nach 200 und mehr Tagen so weit ausgetrocknet waren, daß sie zu einem Vergleich mit den Nacktschnecken oder solchen Gehäuseschnecken, die rascher austrocknen, herangezogen werden konnten. Erschwert wurde die Sache außerdem noch dadurch, daß man die Gehäuse erst nach dem Tode der Schnecken wiegen konnte, und daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen Gesamt- und Schalengewicht sich nicht feststellen ließ, da selbst die Gewichte gleichgroßer Gehäuse sehr differierten.

Bei der Tränkung hat sich gezeigt, daß die Schnecken an kühlen Tagen relativ weniger Wasser trinken als an solchen mit höherer Temperatur. Nur *Limax tenellus* und *Limax arborum* nahmen auch an kühlen Tagen viel Wasser zu sich.

Außerdem konnte ich feststellen, daß die Schnecken selbst an warmen Sommertagen nicht bei jeder Tränkung die größtmögliche Wassermenge zu sich nehmen. Sie trinken wohl relativ viel, setzen sich aber dann an der Wand des Tränkgefäßes fest und suchen das Wasser erst wieder in der Nacht, manchmal auch in einigen aufeinanderfolgenden Nächten auf. Die in der freien Natur lebenden Schnecken haben den höchsten Wassergehalt in der Regel nur nach einem warmen Regen, der längere Zeit angedauert hatte.

Wollte ich also ermitteln, wie viel Wasser die Schnecken der einzelnen Arten zu trinken vermögen, so mußte ich sie relativ gleichweit austrocknen, an warmen Tagen — oder an kühlen Tagen im geheizten Zimmer — mit temperiertem Wasser tränken und ihnen an einigen aufeinanderfolgenden Tagen die Gelegenheit zum Trinken belassen.

Da die Schnecken das Wasser in der Regel während der Nacht aufsuchen und sich nach dem Trinken wieder zurückziehen, nahm ich die Wägungen früh morgens vor. Kleinere Nacktschnecken,

bei denen die Verdunstung außerordentlich rasch vor sich geht, wurden auch um Mitternacht gewogen.

In der ersten Zeit tränkte ich die Schnecken folgendermaßen: In gut gereinigte Zinkschachteln von 40 cm Länge, 12 cm Breite und 10 cm Höhe, deren Deckel mit einem engmaschigen Drahtnetz versehen war, gab ich 20—30 ccm Wasser und stellte dann die Schachteln auf der einen Seite etwas höher, damit sich das Wasser an der tiefer liegenden Stelle ansammelte. Hierauf setzte ich in jede Schachtel eine Schnecke. Mehrere Tiere in ein gemeinsames Tränkgefäß zu setzen, ist nicht ratsam, da sich hungernde Schnecken, wenn sie getrunken haben, manchmal gegenseitig anfressen. Nur die kleineren Gehäuseschnecken, die in Abteilungen von 20 oder 50 Stück ausgetrocknet wurden, tränkte ich gemeinsam.

Nach jeder Tränkung wurden die Gefäße sorgfältig gereinigt. Es war dies schon deshalb nötig, weil der Schleim, den die Schnecken beim Umherkriechen aus der Fußdrüse abscheiden, aufquillt, wenn er mit Wasser in Berührung kommt, und dann den Schnecken das Festhalten an den Wänden des Tränkgefäßes unmöglich macht. Sie gleiten herab und ertrinken, wenn sie ins Wasser zu liegen kommen und der Boden des Tränkgefäßes mit gequollenem Schleim überzogen ist.

Ehe ich die nötige Erfahrung hatte, setzte ich die zu tränkenden Schnecken in unmittelbare Nähe des Wassers. Es hatte dies den Nachteil, daß die Tiere, wenn das Tränkgefäß nicht gründlich gereinigt war, in das Wasser glitten und ertranken. Waren die Tränkgefäße aber gut gereinigt, und setzte ich die Schnecken in die Nähe des Wassers, so krochen sie an dasselbe heran und tranken oft innerhalb einer halben Stunde mehr, als sie in 2½ Stunden durch die Haut aufzunehmen vermochten. Andere tranken so gierig, daß sie den Pharynx ausstülpten, ihn aber nicht wieder zurückziehen konnten und infolge dessen in einigen Tagen starben. Besonders häufig kam dies an heißen Sommertagen bei *Limax cinereoniger* vor.

Stark ausgetrocknete Gehäuseschnecken wurden durch das in ihrer Nähe befindliche Wasser nicht zum Auskriechen veranlaßt. Waren sie aber nach Eintauchen in temperiertes Wasser oder infolge Beträufelung ihres Mantels ausgekrochen, so tranken auch sie.

Stete Beobachtungen im Freien, besonders während des Regens und unmittelbar nach demselben, führten mich zu einer

andern Tränkmethode. Ich sah nämlich, daß die Schnecken nur höchst selten an Pfützen gehen, um zu trinken, daß sie vielmehr an Kräutern, Sträuchern, Bäumen und Mauern emporkriechen und das diesen anhaftende oder an ihnen herabrinnende Wasser trinken. Um meinen Schnecken eine ähnliche Trinkgelegenheit zu geben, erzeugte ich über dem geöffneten Tränkgefäße vermittelst eines Zerstäubers einen künstlichen Regen mit temperiertem Wasser so, daß Boden, Wände und Deckel des Gefäßes mit Wassertropfen dicht bedeckt wurden. Nun setzte ich die Schnecken ein und erzeugte dann noch mehrmals einen künstlichen Regen. Die Schnecken gingen sofort in die Höhe und tranken die den Wänden des Gefäßes anhaftenden Wassertropfen, suchten später aber auch das Wasser auf, das sich am Boden des Gefäßes angesammelt hatte.

Bei dieser Tränkmethode konnten die Schnecken wohl auch etwas Wasser durch die Haut aufnehmen; merklich beeinflußt aber wurden die gesuchten Resultate dadurch nicht.

Das zu trinkende Wasser wird von den Landpulmonaten nicht eingesaugt, sondern mit der Zunge aufgeleckt. Ist diese zum Trinken hervorgestreckt, so hat sie die Form eines Löffels. Bei Schnecken, welche die den Wänden der Glaswannen anhaftenden Wassertröpfchen tranken, beobachtete ich, daß der vordere Sohlenrand die Wassertröpfchen vor sich herschiebt, daß die Lippentaster sich seitlich fest an die Unterlage anlegen und das Abfließen des Wassers verhindern. Das zwischen Sohlenrand und Lippentastern eingeschlossene Wasser wird aufgeleckt. Auf diese Weise ist es den Schnecken möglich, selbst die kleinsten Wassermengen sich nutzbar zu machen.

Wenn also die im Freien lebenden Schnecken während eines Regens oder unmittelbar nach einem solchen an Kräutern, Bäumen, Mauern usw. in die Höhe steigen, so ist ihnen dabei eine ganz vortreffliche Gelegenheit zum Wassertrinken geboten.

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Tränkversuche habe ich in den beigegebenen zwei Tabellen (S. 56 bzw. S. 58 u. 59) zusammengestellt. Ein Blick auf dieselben zeigt, daß unsere Landpulmonaten relativ viel Wasser trinken, daß die Nacktschnecken mehr Wasser zu sich nehmen als die Gehäuseschnecken, und daß das Wasserbedürfnis

der Individuen der einzelnen Arten ein verschieden großes ist.

Um die von den Gehäuseschnecken getrunkenen Wassermengen mit den von den Nacktschnecken aufgenommenen vergleichen zu können, wurden sie nicht nur im Gewichte des beschalten, sondern auch im Gewichte des unbeschalten Schneckenkörpers ausgedrückt.

Für die Nacktschnecken ergaben die Tränkversuche:

Im Gewichte des wasserarmen Körpers ausgedrückt, betrugen die getrunkenen Wassermengen im günstigsten Fall bei:

Limax tenellus	431,25 %	oder	das	4,31	fache	d.	Körpergewichtes,
Limax arborum	293,75 %	,,	,,	2,94	,,	,,	,,
Limax variegatus	263,85 %	,,	,,	2,64	,,	,,	,,
Limax cinereus	240,78 %	,,	,,	2,41	,,	,,	,,
Limax agrestis	187,50 %	,,	,,	1,87	,,	,,	,,
Limax cinereoniger	161,14 %	,,	,,	1,61	,,	,,	,,
Arion empiricorum	164,03 %	,,	,,	1,64	,,	,,	,,

Amalia marginata, *Ar. simrothi* und *Arion subfuscus* nehmen relativ gleichgroße Wassermengen auf wie *Ar. empiricorum.*

Das durch den Mund aufgenommene Wasser betrug das 1,6- bis 4,3fache des Körpergewichtes. Man erkennt daraus, daß die Nacktschnecken relativ ganz gewaltige Wassermengen zu trinken vermögen.

Das größte Wasserbedürfnis haben *Limax tenellus* und *L. arborum;* etwas geringer ist es bei *L. variegatus* und *L. cinereus*, noch geringer bei *L. agrestis*, und am geringsten bei *Limax cinereoniger*, den *Arionen* und *Amalia marginata.*

Ein bedeutender Unterschied macht sich bemerkbar zwischen den von *L. cinereus* und *L. cinereoniger* getrunkenen Wasserquantitäten. Es ist dies um so auffallender, als man die beiden Schnecken unter der Bezeichnung *Limax maximus* zu einer Art zusammenfaßt.

TABELLE
über die Wasseraufnahme durch den Mund bei Nacktschnecken.

Name der Schnecke	Nr.	Wann getränkt?	Gewicht der wasserarmen Schnecke in g	Gewicht der getränkten Schnecke in g	Getrunkenes Wasser in g	Getrunkenes Wasser in % der wasserarmen Schnecke
Limax tenellus NILSS. .	1	21. X. 1900	0,270	0,855	0,485	142,59
,, ,, ,, .	2	29. IX 1900	0,220	0,880	0,660	300
,, ,, ,, .	3	21. X. 1900	0,160	0,850	0,690	431,25
,, *arborum* BOUCHE	1	24. VIII. 1900	0,255	0,945	0,690	270,59
,, ,, -CANTR.	2	15. II. 1900	0,180	0,670	0,490	272,22
,, ,, ,,	3	23. VIII. 1900	0,317	1,265	0,895	282,33
,, ,, ,,	4	20. VIII. 1900	0,240	0,945	0,705	293,75
,, *variegatus* DRAP.						
(*flavus* L.)	1	24. I. 1900	1,51	4,06	2,55	168,87
,, ,,	2	6. II. 1900	2,48	7,02	4,54	183,06
,, ,, ,,	3	23. II. 1900	1,59	4,92	3,33	209,43
,, ,, ,,	4	16. II. 1900	0,83	3,02	2,19	263,85
,, *cinereus* LISTER	1	22. VII. 1898	1,79	4,80	3,01	168,16
,, ,, ,,	2	7. VIII. 1898	1,44	4,48	3,04	211,11
,, ,, ,,	3	11. VIII. 1898	1,29	4,24	2,95	228,68
,, ,, ,,	4	29. VII. 1898	1,79	6,10	4,31	240,78
,, *agrestis* L.	1	11. VIII. 1898	0,175	0,405	0,230	131,43
,, ,, ,, ...	2	5. I. 1900	0,450	1,100	0,650	144,44
,, ,, ,, ...	3	10. VIII. 1898	0,160	0,460	0,300	187,50
,, *cinereoniger* WOLF	1	3. IX. 1900	5,61	13,61	8,00	142,60
,, ,, ,,	2	6. VI. 1899	7,55	18,82	11,27	149,27
,, ,, ,,	3	5. IX. 1900	5,61	14,65	9,04	161,14
Arion empiricorum FÉR.	1	24. IV. 1904	3,890	9,40	5,51	141,64
,, ,, ,,	2	20. VII. 1900	1,01	2,59	1,58	156,43
,, ,, ,,	3	12. V. 1900	0,855	2,240	1,385	161,99
,, ,, ,,	4	20. IV. 1904	2,530	6,680	4,15	164,03

Für die Gehäuseschnecken ergaben die Tränkversuche:

Im Gewichte des unbeschalten Körpers ausgedrückt, tranken im günstigsten Fall:

Succinea putris	127%	oder	das	1,27fache	des	Körpergewichtes,
Helix arbustorum	98,34%	„	„	0,98 „	„	„
Helix pomatia	93%	„	„	0,93 „	„	„
Helix nemoralis	85%	„	„	0,85 „	„	„
Buliminus detritus	76%	„	„	0,76 „	„	„

Das größte Wasserbedürfnis hatte *Succinea putris;* geringer war es bei *Helix arbustorum*, noch geringer bei *Helix pomatia* und *Helix nemoralis* und am geringsten bei *Buliminus detritus.*

Mit Ausnahme von *Succinea* trank keine Gehäuseschnecke so viel Wasser, als das Gewicht ihres unbeschalten Körpers betrug. Stets blieb die getrunkene Wassermenge hinter dem Gewichte zurück, das die (unbeschalten) Schnecken vor der Tränkung besaßen.

Anders war dies bei den Nacktschnecken. Das von ihnen getrunkene Wasser betrug das 1,62 bis 4,31fache des Körpergewichtes.

Wie wir bei den Austrocknungsversuchen sehen werden, stehen Austrocknungsgeschwindigkeit und Wasserbedürfnis in Korrelation. Je besser eine Schnecke (durch ihr Gehäuse und die vom Mantelrand abgeschiedenen Schutzhäute) gegen Austrocknung geschützt ist, desto geringer ist ihr Wasserbedürfnis, und desto weniger trinkt sie.

Durch die Haut konnte *Helix pomatia* im günstigsten Fall 66% und *Helix arbustorum* 68% ihres Gewichtes an Wasser aufnehmen, während das getrunkene Wasser 93 und 98% betrug.

Durch den Mund nahmen also die genannten Gehäuseschnecken 1,41 und 1,44 oder rund $1^1/_2$ mal so viel Wasser auf als durch die Haut.

Bei den Nacktschnecken betrug die durch die Haut aufgenommene Wassermenge im günstigsten Fall 60—74%, das getrunkene Wasser aber 162 bis 431% des Körpergewichtes. Durch den Mund nahmen die Nacktschnecken 2,2 bis 5,8 oder rund 2 bis 6mal so viel Wasser auf als durch die Haut.

TABELLE
über die Wasseraufnahme durch den Mund bei Gehäuseschnecken.

Name der Schnecke	Nr.	Wie lange ohne Futter und ohne Wasser gehalten?	Gewicht (vor dem Trinken) der Schnecke in g	des Gehäuses in g	des unbeschalten Körpers in g	Getrunkenes Wasser in g	% der beschalten wasserarmen Schnecke	% der unbeschalten wasserarmen Schnecke	Anzahl der Schnecken
Helix pomatia L.	1	14. X. 01—30. IV. 1902 = **198** Tage	12,75	4,11	8,64	6,63	49,00	72,10	1
	2	14. X. 01—30. IV. 1902 = **198** Tage	12,78	4,76	8,02	7,00	54,77	87,24	1
	3	14. X. 01—18. VIII. 1902 = **307** Tage	13,18	4,658	8,522	7,12	54,02	83,54	1
	4	6. VI. 99—19. V. 1900 = **316** Tage	9,15	3,26	5,89	5,25	57,37	89,13	1
	5	7. VIII. 99—19. V. 1900 = **285** Tage	9,52	3,34	6,18	5,54	58,19	89,64	1
	6	7. VIII. 99—19. V. 1900 = **285** Tage	9,09	2,89	6,20	5,78	63,58	**93,22**	1
	7	1. X. 12—13. V. 1913 = **224** Tage	14,902	4,49	10,412	9,70	65,09	93,2	1
	8	1. X. 12—13. V. 1913 = **224** Tage	21,30	5,88	15,42	14,2	66,66	91,43	1
	9	20. IV.—10. VI. 1913 = **40** Tage	4,365	1,11	3,255	2,405	55,09	73,88	1
Helix nemoralis L.	1	14. X. 98—16. V. 1899 = **214** Tage	2,46	0,757	1,703	1,20	48,78	70,46	1
	2	14. X. 98—16. V. 1899 = **214** Tage	2,59	0,724	1,866	1,44	55,60	77,17	1
	3	14. X. 98—16. V. 1899 = **214** Tage	2,24	0,730	1,51	1,20	53,57	79,47	1
	4	5. VI. 98—1. VIII. 1898 = **56** Tage	2,04	0,803	1,237	0,95	46,56	76,79	1
	5	5. VI. 98—1. VIII. 1898 = **56** Tage	2,11	0,74	1,37	1,17	55,44	**85,40**	1

TABELLE
über die Wasseraufnahme durch den Mund bei Gehäuseshnecken.

Name der Schnecke	Nr.	Wie lange ohne Futter und ohne Wasser gehalten?	Gewicht (vor dem Trinken) der Schnecke in g	Gewicht (vor dem Trinken) des Gehäuses in g	Gewicht (vor dem Trinken) des unbeschalten Körpers in g	Getrunkenes Wasser in g	Getrunkenes Wasser in % der beschalten wasserarmen Schnecke	Getrunkenes Wasser in % der unbeschalten wasserarmen Schnecke	Anzahl der Schnecken
Buliminus detritus MÜLL.	1	19.V.—18.VI. 1913	33,20	13,05	20,15	7,80	23,49	38,71	50
		= **30** Tage	0,664	0,261	0,403	0,156	23,49	38,71	1
	2	7.VIII. 99—19. V.	24,10	12,60	11,50	8,40	34,85	73,04	50
		1900 = **284** Tage	0,482	0,252	0,257	0,168	34,85	73,04	1
	3	11.VIII.99—7.IV.	23,60	11,25	12,35	9,50	40,25	**76,09**	50
		1900 = **238** Tage	0,472	0,225	0,247	0,190	40,25	76,09	1
Helix lapicida L.	1	6. VII. 99—19. V.	7,74	2,80	4,94	3,06	39,5	**61,94**	
		1900 = **317** Tage	0,387	0,14	0,247	0,153	39,5	61,94	20
									1
Helix arbustorum L.	1	10. V.—19. V. 1906 = **9** Tage	2,04	0,457	1,583	0,71	34,80	44,85	1
	2	10. V.—19. V. 1906 = **9** Tage	2,29	0,682	1,608	0,71	31,00	44,15	1
	3	10. V.—19. V. 1906 = **9** Tage	0,80	0,286	0,514	0,29	36,25	56,42	1
	4	10. V.—10. VI. 1906 = **30** Tage	2,10	0,52	1,58	1,33	64,28	85,44	1
	5	10. V.—10. VI. 1906 = **30** Tage	1,90	0,41	1,49	1,28	67,36	85,90	1
	6	10. V.—10. VI. 1906 = **30** Tage	1,21	0,305	0,905	0,89	73,55	**98,34**	1
Succinea putris L.	1	Aug. 98 = 7 Tage	2,15	0,328	1,822	0,217	101	113,61	8
			0,269	0,041	0,228	0,271	101	113,61	1
	2	„ = 7 „	0,335	0,058	0,277	0,350	104,47	126,35	1
	3	„ = 7 „	0,270	0,056	0,214	0,272	100,74	**127,10**	1
	4	„ = 6 „	0,420	0,060	0,360	0,30	71,43	83,33	1
	5	„ = 6 „	0,70	0,056	0,644	0,46	65,71	71,42	1

„Eine Aufnahme von geringen Wassermengen durch den Mund und durch die Haut vermittelst Osmose“ hatte SCHIEMENZ (90, S. 516) zugegeben, während SIMROTH (101, S. 210 u. 211) der Ansicht war, „die größere Wassermenge werde nicht durch den Mund sondern durch die Haut aufgenommen.“

Wie meine Versuche ergeben haben, sind die durch die Haut und durch den Mund aufgenommenen Wassermengen nicht so geringe, wie SCHIEMENZ annahm; auch wird die größere Wassermenge nicht durch die Haut aufgenommen, wie SIMROTH vermutete, sondern durch den Mund.

III. Kapitel.

Wasserabgabe im allgemeinen und Austrocknungsversuche mit Nacktschnecken.

Die relativ gewaltigen Wassermengen, welche unsere Landpulmonaten, vor allem die Nacktschnecken, durch den Mund aufnehmen, werden, wie in einem anderen Abschnitt gezeigt wird, dem Blute und durch dieses den Geweben der inneren Organe und des Hautmuskelschlauches zugeführt.

Ganz besonders viel Wasser saugt der in den Schleimdrüsen wasserarmer Schnecken enthaltene zähe Schleim ein. Er quillt sehr stark auf und enthält dann, wie wir bei Besprechung des Schleimes gesehen haben, bis 98% Wasser.

Auf mechanische, chemische und thermische Reize usw. pressen wasserreiche Schnecken eine wässerige Flüssigkeit und Schleim durch die Haut aus. Von den Nacktschnecken sind es namentlich *Limax tenellus* und *Limax arborum*, welche auf Reize plötzlich so viel wässerige Flüssigkeit durch die Haut auspressen, daß sie dadurch ihr Gewicht um 0,09 g oder um 10% vermindern können.

Hauptsächlich wird das Wasser aus den hinter dem Mantel gelegenen Körperteilen entleert.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die ausgepreßte Flüssigkeit nicht nur Schleim, sondern auch geformte Elemente, die sogenannten „Schleimkörperchen" enthält, über die bei der Besprechung des Schleimes berichtet wurde.

Reizt man die genannten Schnecken mehrmals in größeren oder kleineren Zwischenräumen, so pressen sie bei der ersten und zweiten Reizung Wasser aus, dann aber nur Schleim. Größere Nacktschnecken, wie *Limax cinereoniger*, *Limax variegatus* und *Arion empiricorum*, scheiden selbst auf stärkere Reize nur dann Wasser durch die Haut aus, wenn sie sehr wasserreich sind. Bei mittlerem Wassergehalt entleeren sie auf Reize ausschließlich Schleim.

Trifft man nach einem warmen Regen sehr wasserreiche *Helix nemoralis* und *Helix hortensis* und berührt ihren ausgestreckten Körper, so ziehen sie sich plötzlich mehr oder weniger weit in ihr Haus zurück und pressen dabei so viel Wasser aus, daß Tropfen zur Erde fallen.

Nur sehr wasserreiche Schnecken sind fähig, Wasser durch die Haut auszupressen.

Auf Grund meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme und über die Wanderung des Wassers im Schneckenkörper bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß die von den Schnecken ausgepreßte Flüssigkeit aus den Schleimdrüsen stammt. Käme sie aus besonderen Pori aquiferi, die durch Interzellularräume mit den Blutbahnen in Verbindung stünden, so müßten wasserreiche Schnecken wohl fähig sein, nicht nur auf die ersten, sondern auch auf die späteren Reize Wasser durch die Haut abzuscheiden. Es kann also nur ein kleiner Teil des getrunkenen Wassers durch die Haut ausgepreßt werden.

Der Schleim, den wasserreiche Schnecken abscheiden, ist mehr oder weniger flüssig. Das zum Aufquellen und zur Verflüssigung nötige Wasser wird ihm vom Blute zugeführt. Mithin wird ein Teil des getrunkenen Wassers auch bei der Schleimausscheidung abgegeben.

Trotz der relativ gewaltigen Wassermengen, die von den Schnecken getrunken werden, konnte ich Flüssigkeitsausscheidungen aus der Niere nur höchst selten, während der Winterruhe aber überhaupt nicht beobachten.

Nach Cuénot (23a) werden Harnkonkremente in Pausen von 14 Tagen, einem Monat oder noch längeren Zwischenräumen abgegeben.

Die Wassermengen, welche beim Atemprozeß abgegeben werden, sind in Anbetracht des relativ geringen Luftverbrauchs der Schnecken wohl geringe.

Der weitaus größte Teil des von den Schnecken getrunkenen Wassers wird durch Verdunstung abgegeben. Es zeigt sich dies deutlich bei solchen wasserreichen Nacktschnecken, die weder Wasser noch Schleim auspressen und doch in wenig Tagen, oft schon in 24 Stunden, völlig ausgetrocknet sind.

Die ersten planmäßigen Versuche über Wasserabgabe und Wasseraufnahme bei Landpulmonaten wurden im Sommer 1879 von meinem hochverehrten früheren Lehrer, Herrn Geh. Hofrat Dr. Nüsslin ausgeführt (86, S. 17—47).

Als Versuchsobjekte verwendete Nüsslin *Arion empiricorum* und *Helix pomatia*. Die Tiere wurden (86, S. 17) in trockenen hölzernen mit Drahtnetzen bedeckten Kästen ohne Futter gehalten und in größeren oder kleineren Zeitabschnitten gewogen.

Nüsslin begann die Versuche unmittelbar nach dem Einbringen der Schnecken. Die Gewichtsverminderung setzte sich demnach zusammen aus den Gewichtsverlusten an Wasser, Exkrementen, Schleim und der infolge der Atmung abgegebenen Substanz.

Helix pomatia wurde bei Regenwetter eingefangen und während 45 Tagen (24. August bis 8. Oktober) in Zeitabständen von 3, 3mal 6 und 2mal 12 Tagen gewogen. Nüsslin bemerkt: „Die Wasserverdunstung durch die Haut ist bei *Helix pomatia* in der ersten Zeit sehr bedeutend, nimmt aber rasch ab und verläuft in der Folge ohne Regelmäßigkeit; in den ersten drei Tagen verloren die Tiere in der Mehrzahl der Fälle fast ebensoviel Wasser als in den folgenden 42 Tagen.“

Nach Nüsslin (S. 25) erfolgte in den ersten drei Tagen eine so starke Gewichtsverminderung, weil während dieser Zeit die Tiere lebhafter waren als später, und weil die Verdunstung in den oberflächlichen Körperteilen anfangs rascher erfolgt als der Ersatz des verdunsteten Wassers aus den inneren Körperteilen.

„Auf die Austrocknung der Tiere erfolgte ihre Tränkung, zu welchem Zwecke sie in weite, etwas schief gestellte Porzellanschalen gebracht wurden, deren Boden an einer Stelle das erforderliche Wasser enthielt.“

„In bezug auf ihren unbeschalten Körper reduzierten die Weinbergschnecken in 45 Tagen ihr Gewicht um 33 bis 54%. Bei der Tränkung erreichten sie ihr ursprüngliches Gewicht nicht wieder, sondern blieben um 0,82 bis 3,04 g hinter demselben zurück.“

Im ursprünglichen Gewichte der Schnecken (ohne Haus) ausgedrückt, wären das 4,12 bis 23,21%. Nach Nüsslin (S. 23) sind die Differenzen zwischen dem ursprünglichen Gewichte und dem Gewichte der Schnecken nach der Tränkung durch Abgabe von Exkrementen und Schleim verursacht worden.

In 45 Tagen hatten Nüsslins Tiere IX und XV einen Gewichtsverlust von 33 und 54% erfahren; nach Abzug der Kot- und Schleimausscheidungen mit 4,12 und 23,21% bleiben für die Wasserverdunstung noch 28,88 und 30,79% übrig.

Ich machte diese Berechnungen, um einen Vergleich mit den von mir ausgetrockneten Schnecken anstellen zu können.

Mit *Arion empiricorum* stellte Nüsslin im August und September 1879 Austrocknungsversuche an. Nachdem die Tiere etwa 50% ihres Gewichtes eingebüßt hatten, wurden sie getränkt. In den meisten Fällen erreichten sie ihr ursprüngliches Gewicht nicht wieder; in zwei Fällen aber wurde es um 0,74 und 2,09 g überschritten.

Im übrigen ergaben die Austrocknungsversuche (86, S. 38. 39):

1. „Wie bei *Helix*, aber viel deutlicher ausgesprochen, erfolgt die Verdunstung zu Anfang am stärksten, um sodann allmählich mehr und mehr abzunehmen."

2. „Die Verdunstung ist abhängig von der Feuchtigkeit der Luft, wird aber in gesättigter Luft nicht völlig sistiert."

3. „Eine leichtere (kleinere) Schnecke mit relativ größerer Oberfläche verdunstet rascher als eine schwerere (größere)."

4. „Bei einem Wasserverlust von 67,7 bis 73% oder rund 70% ihres ursprünglichen Gewichtes gingen die *Arionen* zugrunde."

Herr Professor Dr. Simroth machte mich auf die Austrocknungsversuche Nüsslins aufmerksam und empfahl mir, dieselben zu wiederholen und auf andere Schneckenarten auszudehnen.

1. a) Meine ersten Austrocknungsversuche

machte ich am Zoologischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe, wo mir Herr Professor Dr. Nüsslin die nötigen Apparate und Gerätschaften sowie seine Abhandlung über die von ihm gemachten Austrocknungsversuche in liebenswürdigster Weise überließ.

Auch ich begann die Versuche sofort nach dem Einfangen der Schnecken und hielt sie dann einzeln ohne Futter und ohne Wasser, doch nicht in Holzkästen, sondern in mit Drahtnetzen bedeckten Zinkschachteln.

Anfangs hatte ich mit meinen Austrocknungsversuchen keine günstigen Erfolge. Viele *Arionen* und *Cinereoniger* starben unter Abgabe von viel Wasser und Schleim, noch ehe sie 30% ihres Gewichtes eingebüßt hatten, während andere bei einem Gewichtsverluste von 50% infolge Vertrocknung zugrunde gingen.

Dafür, daß manche Schnecken unter Abgabe von Wasser und Schleim plötzlich starben, wußte ich anfangs keinen Grund zu finden. Die Zinkschachteln, in denen die Austrocknung erfolgte,

waren vor dem Einsetzen der Schnecken gründlich gereinigt worden; mithin konnten sie deren Tod nicht veranlaßt haben. Verhungert waren die Tiere sicher nicht. Vielleicht waren sie aus Altersschwäche gestorben. Daß diese Annahme eine irrige war, konnte ich allerdings erst auf Grund von Zuchtversuchen konstatieren. Diese ergaben, daß *Arion empiricorum* einjährig ist, und daß *Limax cinereoniger* ein Alter von 3 Jahren erreicht. In den letzten Tagen ihres Lebens nehmen die genannten Schnecken weder Futter noch Wasser zu sich, reduzieren ihr Volumen ganz bedeutend und sterben ohne besondere äußere Zeichen. Niemals aber tritt der natürliche Tod plötzlich unter Abgabe von Wasser und Schleim ein. Aus Altersschwäche waren meine Versuchstiere also nicht zugrunde gegangen. Ein Zufall brachte Aufklärung: An einem sehr warmen Sommertage fand ich in einem Walde bei Durlach unter dem Laube einige *Limax cinereoniger*. Auf dem Heimwege traf ich an einer sehr sonnigen Stelle eine Menge *Buliminus detritus* an. Um beim Einsammeln der Tiere freie Hand zu haben, stellte ich die Zinkschachtel mit den *Cinereoniger* auf eine von der Sonne beschienene Steinplatte. Zehn Minuten später waren die *Cinereoniger* unter Abgabe von Wasser und Schleim gestorben. Die starke Wärme hatte sie getötet.

Ähnlich war es meinen Versuchstieren ergangen. Am frühen Morgen konnte ein Teil der Zinkschachteln, in denen die Schnecken ausgetrocknet wurden, auf kurze Zeit von der Sonne beschienen werden. Die Schachteln erwärmten sich, und die Wärme brachte den Tieren den Tod.

An schwülen Sommertagen starben *Arion empiricorum*, *Limax cinereoniger* und *Limax cinereus* auch dann unter Abscheidung von Wasser und Schleim plötzlich, wenn die sie bergenden Schachteln nicht von der Sonne beschienen wurden, sondern an einem schattigen aber warmen Orte aufgestellt waren.

Helix pomatia und *Helix nemoralis*, die gleichzeitig und an demselben Ort mit den genannten Nacktschnecken ausgetrocknet wurden, nahmen keinen Schaden, wohl aber *Helix arbustorum;* sie starb unter denselben Erscheinungen wie *Arion* und *Limax*. Wir erkennen daraus, daß *Arion emp.*, *Limax cinereoniger*, *Limax cinereus* und *Helix arbustorum* höhere Wärmegrade schlechter ertragen als *Helix pomatia* und *Helix nemoralis*. Aus diesem Grunde stellte ich künftighin die genannten Versuchstiere an warmen Sommertagen im Keller auf. Die Wasserverdunstung ging dann

infolge der niedrigeren Temperatur zwar langsamer vor sich, aber die Tiere blieben am Leben. Selbstredend mußte ich dann auch alle anderen Schnecken, die mit *Arion emp.* oder *L. cinereoniger* verglichen werden sollten, im Keller placieren.

Daß manche *Arionen* und *Limax cinereoniger* schon bei einem Gewichtsverluste von weniger als 50% an Vertrocknung zugrunde gingen, während andere ein Austrocknen von 60% ihres ursprünglichen Gewichtes gut ertrugen, kam daher, daß letztere zu Beginn des Versuches mehr Wasser enthielten als erstere. Die letzteren waren nach einem Regen, die ersteren nach mehrtägiger Trockenheit gesammelt worden.

Wie sehr der Austrocknungsgrad, den die Schnecken ertragen, von dem Wasservorrat abhängt, den sie zu Beginn des Versuches besitzen, zeigt folgendes Beispiel:

Ein *Arion emp.* von 20 g ertrug, ohne Schaden zu nehmen, ein Austrocknen bis zu 8 g. Er reduzierte also sein Gewicht um 12 g oder 60%. Hätte dasselbe Tier zu Beginn des Versuchs weniger Wasser besessen, hätte es beispielsweise nur 15 g gewogen, so hätte es in bezug auf dieses Gewicht ein Austrocknen von nur 7 g oder 46,66% ertragen, und hätte der Versuch eingesetzt, als das Tier nur 13 g wog, so wäre es in bezug hierauf schon bei einer Austrocknung von 5 g oder 39% am kritischen Punkte angelangt gewesen.

Der Austrocknungsgrad, den die Schnecken ertragen, ist ein relativer; er ist von dem Wassergehalt abhängig, den die Tiere bei Beginn des Versuches besitzen.

Den höchsten Austrocknungsgrad, den die Schnekken ertragen, kann man also nur dann ermitteln, wenn die Tiere zu Beginn der Austrocknungsversuche ihren höchsten Wassergehalt haben.

Sammelt man die Schnecken nach einem warmen Regen, so besitzen sie wohl einen hohen Wasservorrat, scheiden aber, wenn die Versuche sofort begonnen werden, in den zwei ersten Tagen ziemlich viel Exkremente ab. Läßt man diese Ausscheidungen unberücksichtigt, so ergeben sich viel zu hohe Prozentsätze für den Austrocknungsgrad, den die Schnecken ertragen, und für das Tempo, in dem die Austrocknung erfolgt.

Aus diesem Grunde bemühte ich mich anfangs, die von den Versuchstieren abgeschiedenen Exkremente zu wiegen und bei Ermittlung der Verdunstungsgrößen in Rechnung zu ziehen.

Bezüglich des Tempos, in dem die Austrocknung erfolgt, fand auch ich, daß dieses an den beiden ersten Tagen ein rascheres ist als an den folgenden und zwar auch dann, wenn die Tiere keine Exkremente abgeben. Da ich meine Schnecken nicht nur einmal, sondern auch nach erfolgter Tränkung wieder austrocknete, gewahrte ich, daß nach jeder Wasseraufnahme die Gewichtsverminderung rascher erfolgt als an den übrigen Tagen, daß die Verdunstungsgrößen von der Temperatur abhängig sind, und daß sie nur dann stetig abnehmen, wenn die Temperatur während der ganzen Versuchsdauer annähernd gleich bleibt.

Daß die Schnecken, ganz besonders die Nacktschnecken, am Tage nach der Tränkung einen größeren Gewichtsverlust erfahren als an den folgenden Tagen, kommt daher, daß 1. die Haut und der in ihr enthaltene Schleim wasserreicher ist als später, 2. daß die Schnecke nach der Wasseraufnahme ein größeres Volumen und deshalb eine größere Verdunstungsfläche besitzt als später, wenn sie infolge Wasserverdunstung ihr Volumen verkleinert hat, und 3. daß die Schnecke nach der Tränkung, nach Futter suchend, umherkriecht und dabei Schleim aus der Fußdrüse abscheidet.

Die Tränkung habe ich anfänglich in derselben Weise vorgenommen wie Nüsslin, später aber durch Erzeugung eines künstlichen Regens mit Wasser von 18 bis 20° C. Das Nähere wurde schon bei der Wasseraufnahme durch den Mund angegeben (s. S. 53 und 54).

Werden die Schnecken, wie es bei den Austrocknungsversuchen geschieht, in trockenen Räumen gehalten, so verfallen sie oft schon am zweiten Tage nach der Tränkung in Lethargie und kriechen nur dann wieder etwas umher, wenn man sie behufs Gewichtsbestimmung von ihrem Platze entfernt.

Bleiben die Schnecken während der Austrocknungsversuche an einem trockenen Orte aufgestellt, so ist in der wärmeren Jahreszeit die relative Luftfeuchtigkeit von unmerklichem Einfluß auf die Verdunstungsgeschwindigkeit; diese ist hauptsächlich eine Folge höherer oder niederer Lufttemperatur.

Eine auffallende Erscheinung zeigte sich bei der Tränkung des von mir ausgetrockneten *Limax arborum*. Ich hatte die Tiere

nach mehrtägiger Trockenheit in einem mit Moos bedeckten Astloche einer Eiche gefunden und sofort mit der Austrocknung begonnen. Obgleich sie keine Fäkalien abgaben, reduzierten sie in 24 Stunden ihr Gewicht um 54 bis 63%. Eine Gesetzmäßigkeit aber zeigte sich in den Verdunstungsgrößen nicht. Kleinere (leichtere) Tiere hatten sogar einen relativ geringeren Gewichtsverlust erfahren als größere (schwerere).

Da die Schnecken keinen Kot abgegeben hatten, konnte der relativ größere Gewichtsverlust bei den schwereren Tieren nur dadurch veranlaßt worden sein, daß sie sich während der Nacht lebhafter bewegten als die kleineren, oder wasserreicher waren als diese.

In dem Astloche saßen die Tiere neben und übereinander; es konnten also die zu unterst sitzenden Schnecken von den über ihnen liegenden gegen Verdunstung geschützt werden. Mithin dürfte ihr Wassergehalt zu Beginn des Versuches kein relativ gleicher gewesen sein. Die Richtigkeit dieser Annahme bestätigte sich. Nach der Tränkung waren die kleineren Schnecken bedeutend größer und schwerer als ihre Kameraden, die am Tage zuvor die größeren waren.

An diesen Tieren beobachtete ich zum ersten Male, wie sehr das Volumen der Schnecken von ihrem Wassergehalte abhängig ist, und das gab mir Veranlassung, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wassergehalt und Volumen anzustellen. Bei Besprechung der „Wirkungen des von den Schnecken getrunkenen Wassers“ werde ich die hierüber erzielten Ergebnisse mitteilen.

b) Systematische Austrocknungsversuche.

Auf Grund der Erfahrungen, die ich bei meinen ersten Austrocknungsversuchen machte, war es nun möglich, systematisch vorzugehen, und deshalb setzte ich die Austrocknungsversuche auch in den nächsten Jahren fort. Dazu aber brauchte ich ein eigenes Laboratorium, und das richtete ich mir ein, als ich im Sommer 1898 nach Gengenbach im Kinzigtal übersiedelte.

Durch die neuen Austrocknungsversuche sollte nicht nur ermittelt werden, welchen Austrocknungsgrad die verschiedenen Schneckenarten ertragen, und in welchem Tempo die Austrocknung erfolgt, sondern auch, wie viel Wasser sie nach der Austrocknung aufnehmen, und welche Wirkungen die Austrocknung und das getrunkene Wasser im Schneckenkörper hervorbringen.

Es war deshalb schon beim Einfangen der Schnecken eine gewisse Vorsicht nötig. Um Muskelkontraktionen und die damit verbundene Schleimauspressung möglichst zu verhüten, wurden die Nacktschnecken stets mit einem dünnen Spatel transportiert, den ich ihnen vorsichtig unter die Sohle schob, und mit dem ich sie dann von ihrer Unterlage abhob.

Schon beim Einfangen erhielt jede Schnecke ihren besonderen Behälter, damit sie sich gegenseitig nicht störten und zur Schleimauspressung veranlaßten.

Da der Austrocknungsgrad, den die Schnecken ertragen, von ihrem Wassergehalt abhängt, und Kotausscheidungen während des Versuches die gesuchten Resultate ungünstig beeinflussen und zu Vergleichszwecken ungeeignet machen, durfte ich zu den Versuchen nur solche Tiere wählen, die den Darm entleert hatten und einen möglichst hohen und relativ gleichen Wassergehalt besaßen.

Um solche Tiere zu erhalten, verfuhr ich folgendermaßen: Größere hölzerne Kisten, deren Deckel ein engmaschiges Drahtnetz trug, wurden mit Holzstücken so ausgelegt, daß zwischen denselben größere Lücken blieben. In diese Kisten setzte ich die für die Austrocknungsversuche bestimmten Schnecken, getrennt nach Arten und erzeugte täglich mehrmals über dem Drahtnetz einen künstlichen Regen mit temperiertem Wasser (18—20° C.). Futter erhielten die Tiere nicht. Nach 2—3 Tagen hatten die Schnecken in der Regel ihren Darm entleert und so viel Wasser getrunken, daß der Versuch beginnen konnte. Während der kühleren Jahreszeit wurde die Tränkung im geheizten Zimmer vorgenommen, weil die Schnecken da mehr Wasser zu sich nehmen als in kalten Räumen.

Während des Versuches wurden die Schnecken einzeln in Blechschachteln mit gleichmäßig durchlöcherten Deckeln gehalten.

Die Deckel mußten gleichmäßig durchlöchert sein, damit eine gleichgroße Verdunstungsfläche erzielt wurde; denn es handelte sich bei den Versuchen nicht nur um den Austrocknungsgrad, den die Schnecken ertragen, sondern auch um das Tempo, in dem die Austrocknung erfolgt.

Die Blechschachteln haben den Vorzug, daß sie sich leicht reinigen und gut handhaben lassen; nur müssen sie, da sie gute Wärmeleiter sind, an einem schattigen Platze auf einer hölzernen Unterlage aufgestellt werden. Ich placierte sie auf Büchergestellen.

Verschlossen die Schnecken einen Teil der Gitteröffnungen durch ihre Schleimspur, so wurden diese tunlichst bald wieder freigemacht.

Schachteln aus Pappe eignen sich zu den Austrocknungsversuchen nicht, da die Schnecken — wie ich beobachtet habe — die Schachteln anfressen. Die Helixarten scheinen Papier besonders gern zu nehmen. Gehäuseschnecken, die mir von meinem Freunde Nägele zugesandt wurden, fraßen unterwegs die ihren Gehäusen aufgeklebten Etiketten.

Einzeln müssen vor allem die Nacktschnecken eingesperrt werden, weil sie sich bei eintretender Trockenheit neben und übereinander setzen und sich so gegenseitig vor Verdunstung schützen.

Zur Tränkung, die von nun an durch einen künstlichen Regen mit temperiertem Wasser vorgenommen wurde, setzte ich die ausgetrockneten Schnecken stets einzeln ein, da sich hungernde Schnecken nach erfolgter Wasseraufnahme oft gegenseitig anfressen, besonders dann, wenn sich die Hungerkuren auf mehrere Wochen oder Monate erstreckt hatten. Selbst *Helix pomatia* ist davon nicht ausgenommen.

Die Gewichtsverluste, welche die Schnecken während der Austrocknung erleiden, setzen sich zusammen aus dem durch Verdunstung abgegebenen Wasser und dem Gewichte des Schleimes, den die Tiere beim Umherkriechen aus der Fußdrüse ausscheiden; dieser aber besteht zum größten Teil aus Wasser.

Da die durch den Atemprozeß verursachten Gewichtsverluste jedenfalls sehr minimale sind, und Ausscheidungen aus der Niere während der Austrocknung wahrscheinlich nicht stattfinden, darf fast die gesamte Gewichtsverminderung auf Rechnung des abgegebenen Wassers gesetzt werden.

In Anbetracht des Zweckes meiner Untersuchungen, durch einen Vergleich die Lebensbedingungen der Schnecken zu ermitteln, war es nötig, Hunderte von Individuen jeder Art oft monatelang zu behandeln. War diese Arbeit schon recht mühevoll und zeitraubend, so wurde sie noch erschwert durch die vielen Berechnungen. Ich mußte deshalb nach einer Darstellungsweise suchen, die nicht nur übersichtlich war und das viele Rechnen erleichterte, sondern auch die wichtigsten Resultate ohne weiteres

erkennen ließ. Das erreichte ich dadurch, daß ich für jede Schnecke, oder bei kleineren Gehäuseschnecken für eine gemeinsam behandelte Gruppe, eine **Tabelle** anlegte. Da ich einige derselben beigegeben habe, will ich ihre Anlage kurz besprechen.

In der ersten Längsspalte sind die Tage angegeben, an denen die Wägungen vorgenommen wurden. Die zweite Spalte enthält das jeweilige Gewicht der Schnecke. In Spalte 3 sind die Gewichtsverluste durch Wasserabgabe bzw. die Gewichtsvermehrungen durch Wasseraufnahme in Gramm eingetragen. Sie beziehen sich immer auf die unmittelbar vorausgegangene Wägung. In Spalte 4 sind dieselben Größen in Prozenten des ursprünglichen Gewichtes der Schnecke ausgedrückt. Die in Spalte 5 und 6 angegebenen Gewichtsveränderungen beziehen sich auf das ursprüngliche Gewicht der Schnecke. Das Zeichen „—" bedeutet einen Gewichtsverlust, das Zeichen „+" einen Gewichtszuwachs durch Wasseraufnahme.

In einigen Tabellen habe ich auch das Volumen und das spezifische Gewicht der Schnecken beigesetzt, weil ich bei den „Wirkungen des von den Tieren getrunkenen Wassers" darauf zu sprechen komme.

Die Größen, welche in den Tabellen in Prozenten ausgedrückt sind, wurden nach derselben Einheit, nämlich nach dem Gewichte berechnet, das die betreffende Schnecke zu Beginn des Versuches hatte.

Bezüglich des im Kopfe der Tabelle angegebenen Prozentfaktors sei bemerkt, daß er die Zahl ist, mit der man die Anzahl der Gramm, um die eine Schnecke ab- oder zunimmt, multiplizieren muß, um die Prozente für die Ab- oder Zunahme zu erhalten.

Gefunden wird der Prozentfaktor dadurch, daß man die Zahl „100" durch das Gewicht dividiert, das die betreffende Schnecke zu Beginn des Versuches hatte. Ein Beispiel soll das klar machen.

Eine Schnecke wiegt zu Beginn des Versuches 4 g. Innerhalb 24 Stunden vermindert sie ihr Gewicht um 0,80 g. Wollen wir erfahren, um wie viele Prozent die Schnecke ihr Gewicht vermindert hat, so bezeichnen wir den Prozentsatz mit „X", bilden folgende Proportion und lösen sie auf:

$$4 : 0{,}8 = 100 : X$$
$$4\,X = 100 \,.\, 0{,}8$$
$$X = \frac{100}{4} \,.\, 0{,}8$$
$$\frac{100}{4} = 25 \text{ ist der Prozentfaktor.}$$
$$X = 25 \,.\, 0{,}8$$
$$X = 20\,\%.$$

Der Prozentfaktor gilt für alle Prozentsätze, die sich auf das ursprüngliche Gewicht der Schnecke beziehen.

Graphische Darstellungen

waren für meine Zwecke weniger geeignet als die Tabellen. Hier gebe ich aber einige bei, weil sie die durch Wasserabgabe und Wasseraufnahme verursachten gewaltigen Gewichtsschwankungen auf den ersten Blick erkennen lassen.

Auf der Abszisse sind die Tage verzeichnet, an denen die Wägungen bzw. Tränkungen vorgenommen wurden, und auf der Ordinate habe ich die Gewichtsverluste und Gewichtserhöhungen in Prozenten des Anfangsgewichtes angegeben. Letzteres bezeichnete ich mit Null.

2. Austrocknungsversuche mit Nacktschnecken.

Nacktschnecken habe ich zu allen Jahreszeiten und unter den verschiedensten Bedingungen ausgetrocknet. Alle wurden vor Beginn des Versuches in der bereits angegebenen Weise getränkt. Dadurch erhielten sie in der Regel einen hohen und relativ gleichen Wassergehalt.

Die Tiere derselben Versuchsreihe wurden unter gleichen Bedingungen ausgetrocknet. Dasselbe war der Fall bei solchen Schnecken verschiedener Arten, die miteinander verglichen werden sollen.

a) Einfluß der Temperatur auf das Tempo der Austrocknung.

(Mit einer Tabelle.)

Daß unter sonst gleichen Bedingungen eine Flüssigkeit bei hoher Temperatur rascher verdunstet als bei niederer, ist eine bekannte Tatsache. Trotzdem stellte ich mit den Nacktschnecken

auch diesbezügliche Versuche an, da ich das Tempo kennen lernen wollte, in dem die Austrocknung bei verschiedenen Temperaturgraden erfolgt.

In Anbetracht der Tatsache, daß unter völlig gleichen Bedingungen eine kleinere Schnecke in einer bestimmten Zeit relativ mehr Wasser verdunstet als eine größere derselben Art, mußten zu diesen Versuchen möglichst gleichgroße Tiere verwendet werden. Aus diesem Grunde waren von einer größeren Anzahl von Schnecken oft nur wenige zu einem Vergleich geeignet.

Für die Zeit vom 7. bis 14. Mai 1899 betrug die mittlere Tagestemperatur 12,42° C und die mittlere relative Luftfeuchtigkeit 73,28%. Während dieser 7 Tage verminderte ein 13,40 g schwerer *Limax cinereoniger* sein Gewicht um 1,97 g oder 14,71%. Die mittlere tägliche Gewichtsverminderung betrug also **2,10**%. Mehr als das Doppelte betrug dieselbe bei einem annähernd gleichschweren *Limax cinereoniger*, den ich in der Zeit vom 3. bis 10. August 1898 bei einer mittleren Tagestemperatur von 19,67° C und einer mittleren Luftfeuchtigkeit von 72,14% austrocknete. In 7 Tagen reduzierte er sein Gewicht um 4,55 g oder 32,03%. Die mittlere tägliche Gewichtsverminderung betrug **4,57**%, während sie im Mai nur **2,10**% betrug.

Bei einem Temperaturmittel von 13,36° C und einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 69,47% wurde ein *Limax cinereoniger* von 16,55 g im Mai 1899 ausgetrocknet. In 12 Tagen verminderte er sein Gewicht um 4,05 g oder 24,46%. Seine mittlere tägliche Gewichtsverminderung betrug also **2,04**%, während sie bei einem gleichschweren *Cinereoniger*, der vom 17. bis 28. August 1900 ausgetrocknet wurde, **4,64**% betrug. Für die genannten 11 Tage betrug das Temperaturmittel 18,96°, die mittlere Luftfeuchtigkeit 76,10% und der Gesamtgewichtsverlust 8,32 g oder 51,06%.

Innerhalb 4 Tagen (7.—11. Mai 1899) reduzierte ein 7,87 g schwerer *Arion empiricorum* sein Gewicht um 1,31 g oder 16,63%; seine mittlere tägliche Gewichtsverminderung betrug **4,16**%. Für die 4 Versuchstage war das Temperaturmittel 11,53° C und die mittlere Luftfeuchtigkeit 73,25%. Dreimal so groß war die mittlere tägliche Gewichtsverminderung bei einem fast gleichgroßen *Ar. emp.*, der vom 10. bis 14. August 1898 bei einem Temperaturmittel von 17,60° C und einer mitt-

leren Luftfeuchtigkeit von 74,50% sein Gewicht um 4,32 g oder 50,80% reduzierte. Sein mittlerer täglicher Gewichtsverlust betrug **12,70%**.

Eine übersichtliche Zusammenstellung enthält die beigegebene Tabelle.

Einfluß der Temperatur auf das Tempo der Austrocknung.

Zu vergleichende Schnecken	Versuchszeit		Mittlere Tagestemperatur	Mittlere relative Luftfeuchtigkeit	Ursprüngliches Gewicht der Schnecken	Gewichtsverluste in		Mittlerer täglicher Gewichtsverlust
	Datum	Anzahl d. Tage	Celsius Grade	%	g	g	%	%
Limax cinereo-niger	3.—10. VIII. 98	7	19,67	72,14	14,20	4,55	32,03	4,57
	7.—14. V. 99	7	12,42	73,28	13,40	1,97	14,71	2,10
,, ,,	3.—15. VIII. 98	12	19,17	73,00	14,20	7,71	54,26	4,52
,, ,,	7.—19. V. 99	12	13,36	69,47	13,40	3,57	26,66	2,22
,, ,,	10.—17. VIII. 98	7	19,50	74,57	17,12	5,55	32,41	4,63
,, ,,	7.—14. V. 99	7	12,42	73,28	16,55	2,39	14,44	2,06
,, ,,	11.—25. VII. 1900	14	21,66	68,5	17,71	9,19	51,89	3,71
,, ,,	7.—22. V. 1899	15	13,78	70,78	17,93	5,31	29,63	1,97
,, ,,	17.—28. VIII. 1900	11	18,96	76,10	16,29	8,32	51,06	4,64
,, ,,	7.—19. V. 1899	12	13,36	69,47	16,55	4,05	24,46	2,04
Arion empiricorum	10.—14. VIII. 98	4	17,60	74,50	8,50	4,32	50,80	12,70
	7.—11. V. 99	4	11,53	73,25	7,87	1,31	16,63	4,16

Da die relative Luftfeuchtigkeit bei fast allen Parallelversuchen annähernd gleich war, können die großen Differenzen in der Gewichtsverminderung nicht durch sie bewirkt worden sein. Die alleinige Ursache hierfür ist somit der verschiedene Temperaturgrad.

Die Versuche ergaben also: Bei annähernd gleicher relativer Luftfeuchtigkeit erfolgt die Austrocknung bei Temperaturen von 18 bis 20° C zwei- bis dreimal so rasch als bei Temperaturen von 12—13° C.

b) Gewichtsreduktionen während einer Austrocknungsperiode.

Bleibt die mittlere Tagestemperatur während einer Austrocknungsperiode annähernd gleich, so erfolgt die Wasserverdunstung am ersten Tage am raschesten, nimmt aber dann in der Regel mit jedem weiteren Tage mehr und mehr ab.

So betrugen die täglichen Gewichtsreduktionen bei einem:

Limax arborum von 1,91 g in der Zeit vom 4. zum 7. August 1899 = 35,08, 12,04 und 10,47 %.

Limax variegatus von 7,10 g vom 4. zum 8. Juli 1900 = 19,43, 12,67, 10,14 und 7,61 %.

Limax cinereoniger von 14,20 g im August 1898 = 13,45, 9,29, 6,25, 5,23 und 4,88 %.

Werden die Tiere nach der Austrocknung getränkt, so ergeben sich wieder ähnliche Gewichtsreduktionen, allerdings nur dann, wenn keine größeren Temperaturschwankungen eintreten.

Daß auch bei solchen Nacktschnecken, die nach der Tränkung nicht umherkriechen, der Gewichtsverlust am ersten Tage am stärksten ist und dann allmählich abnimmt, rührt wohl hauptsächlich daher, daß der in der Haut enthaltene gequollene Schleim in den ersten Tagen mehr Wasser abgeben kann als später, und daß das Volumen der Schnecken mit fortschreitender Austrocknung reduziert und so die Verdunstungsfläche stetig verkleinert wird.

Bei größeren Temperaturschwankungen ist von einer allmählichen Abnahme der Austrocknungsgeschwindigkeit bei den einzelnen Nacktschnecken nichts wahrzunehmen. Ganz besonders zeigt sich das bei solchen Nacktschnecken, die im Frühling ausgetrocknet werden,

wo die Temperaturen an den einzelnen Tagen oft recht sehr differieren.

So reduzierte ein *Limax cinereoniger* von 13,40 g im Mai 1899 in 7 aufeinanderfolgenden Tagen sein Gewicht um: 1,87 — 2,24 — 2,17 —2,39 — 2,24 — 1,84 und 2,66 %, während ein *Cinereoniger* von 12,13 g, der gleichzeitig mit dem erstgenannten ausgetrocknet wurde, in 6 aufeinanderfolgenden Tagen sein Gewicht reduzierte um: 2,35 — 2,30 — 2,31 — 2,57 — 2,55 — 1,94 %.

Die entsprechenden mittleren Tagestemperaturen waren: 9,98 — 13,03 — 13,60 — 14,69 — 15,45 — 12,28 — 16° C.

c) Austrocknungstempo bei größeren und kleineren Schnecken einer Art.

(Mit 2 Tabellen.)

Bezüglich der Austrocknungsgeschwindigkeit ergaben sich für größere und kleinere Schnecken derselben Art sehr auffallende Differenzen. Nüsslin, der dies schon bei seinen mit *Arion emp.* angestellten Austrocknungsversuchen beobachtete, stellte (86, S. 38) den Satz auf: „Eine leichtere (kleinere) Schnecke mit relativ größerer Oberfläche verdunstet rascher als eine schwerere (größere).“

Dieser Satz war es, der sich bei meinen ersten Austrocknungsversuchen nicht bestätigen wollte, weil, wie ich bereits nachgewiesen, die Tiere keinen relativ gleichen Wassergehalt hatten.

Vom Wassergehalt ist aber das Volumen der Schnecken abhängig; deshalb kann eine und dieselbe Nacktschnecke bald leicht und klein, bald groß und schwer sein. Ja, es kann vorkommen, daß eine Schnecke, die man als klein und leicht bezeichnet hatte, nach der Wasseraufnahme schwerer und größer ist als eine andere, die man zuvor als schwer und groß bezeichnet hatte.

Die Bezeichnung große und kleine Schnecke ist also nur dann richtig, wenn die zu vergleichenden Tiere einen relativ gleichen Wasservorrat besitzen.

Hielt ich die Schnecken, wie bereits erwähnt, einige Tage ohne Futter, gab ihnen aber öfter Gelegenheit zum Wassertrinken, so erhielten sie in der Regel einen relativ gleichen Wassergehalt. Wurden sie dann unter den gleichen Bedingungen ausgetrocknet, so erlitten die kleineren Schnecken fast ausnahmslos in einer bestimmten Zeit einen relativ größeren Gewichtsverlust als die größeren Tiere derselben Art.

Aus dem Gesagten ergibt sich: Besitzen Nacktschnecken einer Art einen relativ gleichen Wasservorrat und werden sie unter gleichen Bedingungen gehalten, so verdunstet eine kleinere Schnecke in einer bestimmten Zeit absolut weniger, relativ aber mehr Wasser als eine größere.

Daraus folgt: Unter sonst gleichen Umständen kann eine größere Schnecke der Trockenheit länger widerstehen und länger dürsten als eine kleinere derselben Art.

Weil sich aus dem Tempo, in dem die Austrocknung erfolgt, und aus dem Austrocknungsmaximum, das die Schnecken ertragen, ihre Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit berechnen läßt, habe ich für das Austrocknungstempo bei größeren und kleineren Schnecken zwei Tabellen beigegeben (s. S. 78 u. 79).

Kleinere Schnecken trocknen rascher aus als größere, gleichaltrige Tiere ihrer Art, weil sie eine relativ größere Oberfläche haben als diese. Sind die kleineren Schnecken aber merklich jünger als die größeren, so haben sie einen viel dünneren und zarteren Hautmuskelschlauch als jene und trocknen schon deshalb rascher aus als ihre größeren Artgenossen.

Bestehen also größere Altersunterschiede zwischen ungleich großen Schnecken einer Art, so wird bei den kleineren jüngeren Tieren das raschere Austrocknungstempo durch zwei Faktoren bedingt: Durch die relativ größere Oberfläche und den zarteren Hautmuskelschlauch.

d) Gewichtsreduktionen bei kriechenden und ruhig sitzenden Nacktschnecken.

(Mit einer Tabelle und einer graphischen Tafel.)

Um einen klaren Einblick in die Lebensweise der Nacktschnecken zu bekommen, mußte ich auch die Gewichtsverluste ermitteln, welche kriechende und ruhig sitzende Tiere in einer bestimmten Zeit erfahren.

Da sich die *Arionen* infolge Berührung zusammenziehen und durch mechanische Reize nicht zum Kriechen bewegen lassen, konnten sie zu diesen Versuchen nicht verwendet werden, wohl aber die *Limaces*, die auf mechanische Reize sich wohl auch etwas kontrahieren, dann aber rasch vorwärts kriechen und zwar ganz besonders dann, wenn man ihnen beispielsweise mit einem dünnen

Austrocknungstempo bei größeren und kleineren Schnecken einer Art.

Zu vergleichende Schnecken	Versuchszeit Datum	Anzahl d. Tage	Ursprüngliches Gewicht der Schnecken g	Gewichtsverluste in g	Gewichtsverluste in %	Mittlerer täglicher Gewichtsverlust %	Bemerkungen
Limax tenellus ...	15.—17. IX. 1900	2	0,755	0,365	48,34	24,17	
,, ,, ...	15.—17. IX. 1900	2	0,475	0,280	58,95	29,47	
,, ,, ...	15.—17. IX. 1900	2	0,325	0,260	79,99	39,99	
,, *arborum* ...	17.—18. I. 1900	1	1,295	0,365	28,19	28,19	im geheizten Zimmer ausgetrocknet
,, ,, ...	17.—18. I. 1900	1	0,515	0,265	51,46	51,46	
,, ,, ...	17.—18. I. 1900	1	0,490	0,290	59,18	59,18	
,, ,, ...	9. VIII. abends	1½	1,68	0,82	48,81	32,54	
,, ,, ...	11 Uhr bis 11. VIII.	1½	1,53	0,76	49,67	33,11	
,, ,, ...	1899 mittags 11 Uhr	1½	1,45	0,73	50,35	33,57	
,, ,, ...	,, ,,	1½	1,30	0,67	51,54	34,36	
,, *cinereus* ...	13.—17. VII. 1898	4	14,49	2,84	19,61	4,90	
,, ,, ...	13.—17. VII. 1898	4	9,30	2,12	22,79	5,69	
,, ,, ...	13.—17. VII. 1898	4	5,07	1,49	29,38	7,34	
,, ,, ...	17.—21. VII. 1898	4	14,49	2,15	14,83	3,71	
,, ,, ...	17.—21. VII. 1898	4	9,30	1,53	16,45	4,11	
,, ,, ...	17.—21. VII. 1898	4	5,07	1,44	28,40	7,10	
,, *cinereoniger*	13.—17. VIII. 1898	4	17,12	2,43	14,19	3,55	
,, ,,	13.—17. VIII. 1898	4	10,07	1,65	16,39	4,09	
,, ,,	13.—17. VIII. 1898	4	6,35	1,94	30,55	7,64	
,, ,,	7.—14. V. 1899	7	17,93	2,49	13,89	1,98	Gehalten in einer Dachkammer bei offenem Fenster
,, ,,	7.—14. V. 1899	7	16,55	2,39	14,44	2,06	
,, ,,	7.—14. V. 1899	7	12,27	2,22	18,10	2,58	

Austrocknungstempo bei größeren und kleineren Schnecken einer Art.

Zu vergleichende Schnecken	Versuchszeit Datum	Anzahl d. Tage	Ursprüngliches Gewicht der Schnecken g	Gewichtsverluste in g	Gewichtsverluste in %	Mittlerer täglicher Gewichtsverlust %	Bemerkungen
Limax agrestis ...	7.—10. VIII. 1898	3	0,64	0,37	57,81	19,27	
,, ,, ...	7.—10. VIII. 1898	3	0,60	0,36	59,99	19,99	
,, ,, ...	7.—10. VIII. 1898	3	0,36	0,23	63,88	21,29	
,, ,, ...	9.—10. I. 1900	1	0,89	0,288	32,36	32,36	Im geheizten Zimmer
,, ,, ...	9.—10. I. 1900	1	0,73	0,260	35,62	35,62	
,, ,, ...	9.—10. I. 1900	1	0,61	0,250	40,98	40,98	
,, ,, ...	9.—10. I. 1900	1	0,26	0,180	69,23	69,23	
Arion empiricorum	10.—16. VII. 1900	6	6,72	1,83	27,25	4,54	
,, ,,	10.—16. VII. 1900	6	6,01	1,71	28,46	4,74	
,, ,,	10.—16. VII. 1900	6	5,20	1,77	34,04	5,67	
,, ,,	10.—16. VII. 1900	6	3,37	1,56	46,19	7,69	
,, ,,	10.—16. VII. 1900	6	2,98	1,89	63,42	10,57	
,, *hortensis* ...	4.—5. I. 1900	1	0,480	0,272	56,66	56,66	Im geheizten Zimmer
,, ,, ...	4.—5. I. 1900	1	0,375	0,245	65,33	65,33	
,, ,, ...	4.—5. I. 1900	1	0,260	0,198	76,15	76,15	
,, ,, ...	9. I. nachmittags 6	¾	0,350	0,18	51,43		
,, ,, ...	bis 10. I. 1900 mit-	¾	0,265	0,15	56,60		
,, ,, ...	tags 12 Uhr	¾	0,136	0,096	70,59		
,, *bourguignati*	10. III. nachmittags	1½	0,62	0,395	63,70	42,47	Im geheizten Zimmer
,, ,,	7 Uhr bis 12. III.	1½	0,54	0,370	68,52	44,28	
,, ,,	1900 morgens 7 Uhr	1½	0,53	0,380	71,70	47,80	
,, ,,	20. III. abenbs 8 Uhr	¾	0,77	0,27	35,06	46,88	
,, ,,	bis 21. III. 1900	¾	0,415	0,22	53,01	70,60	
,, ,,	mittags 2 Uhr	¾	0,39	0,23	58,97	78,70	

Holzstäbchen über das sehr sensible Schwanzende oder über die Seitenteile desselben streicht.

Hob ich die ruhenden *Limaces* vermittelst eines Spatels vorsichtig von ihrer Unterlage ab und brachte sie dann eben so vorsichtig auf die Wagschale, so blieben sie manchmal ruhig sitzen, wenn die Wage im Schatten stand und ich die Schnecke sofort mit einem durchlöcherten Deckel (der bekannten Blechschachteln) bedeckte. Nahm ich diesen später ab, so blieben manche Tiere auch dann noch ruhig sitzen. Hatten sie einige Zeit so ausgehalten, dann nahm ich sie vermittelst des Spatels von der Wage weg, setzte sie auf einen großen Tisch und veranlaßte sie zum Kriechen.

Waren die Schnecken eine halbe Stunde lang lebhaft umhergekrochen, so kamen sie zur Ruhe, ließen sich aber durch mechanische Reize wieder zum Kriechen veranlassen. Waren sie aber eine Stunde lang gekrochen, so kamen sie trotz der Reize nur noch langsam vorwärts. Entweder waren sie zu sehr ermüdet, oder sie hatten in der Fußdrüse nicht mehr den zum Kriechen nötigen Schleimvorrat. Nach meiner Ansicht wurde das Kriechen infolge Ermüdung eingestellt.

Gewährte ich den ermüdeten Schnecken eine Ruhepause von einer Stunde und reizte sie dann, so krochen sie wieder lebhaft fort.

Da ich zu je einem Versuche über die Gewichtsverluste kriechender und ruhig sitzender Schnecken ein und dasselbe Tier benützen mußte, die Schnecken sich aber nicht immer so verhielten, wie ich es wünschte, waren gar viele Versuche nötig. Nachdem ich gefunden hatte, daß kriechende Schnecken schon nach einer halben Stunde bzw. einer Stunde so ermüdet sind, daß sie gerne ruhig sitzen bleiben, bestimmte ich zuerst die Gewichtsverluste des kriechenden und erst dann die des ruhig sitzenden Tieres.

Für die Gewichtsverluste eines 6,25 g schweren *Limax variegatus*, mit dem ich am 17. März 1901 bei einer Zimmertemperatur von 19—20° C die genannten Versuche anstellte, habe ich eine Tabelle und eine graphische Darstellung beigegeben.

Die Schnecke wurde anfangs nach jeder Viertelstunde gewogen. Die Gewichtsverluste, die sich infolge Zurücklassens von Schleim auf der Wagschale ergaben, wurden berechnet und in der Tabelle in eine besondere Spalte eingetragen. Sie betrugen

für 4 Wägungen 0,13 g oder 2,08 % des ursprünglichen Gewichtes der Schnecke.

In der ersten halben Stunde legte der *Variegatus* einen Weg von **3,81** m und in der zweiten halben Stunde einen solchen von **2,88** m zurück. Die in einer Stunde zurückgelegte Wegstrecke betrug also **6,69** m.

Ihr Gewicht reduzierte die Schnecke in der ersten halben Stunde um 0,51 g oder **8,16** % und in der zweiten halben Stunde um 0,52 g oder **8,32** %. Im ganzen erlitt also die kriechende Schnecke innerhalb einer Stunde einen Gewichtsverlust von 1,03 g oder **16,48** %.

Für die beiden halben Stunden waren die Gewichtsverluste dieselben, obgleich der Weg, den die Schnecke in der zweiten halben Stunde zurücklegte, um rund einen Meter kürzer war als der in der ersten halben Stunde zurückgelegte.

Die Gewichtsverminderung blieb also für gleiche Zeiten dieselbe, obgleich die Schnecke in der zweiten halben Stunde weniger weit kroch als in der ersten halben Stunde, und deshalb wohl auch weniger Schleim aus der Fußdrüse entleert wurde.

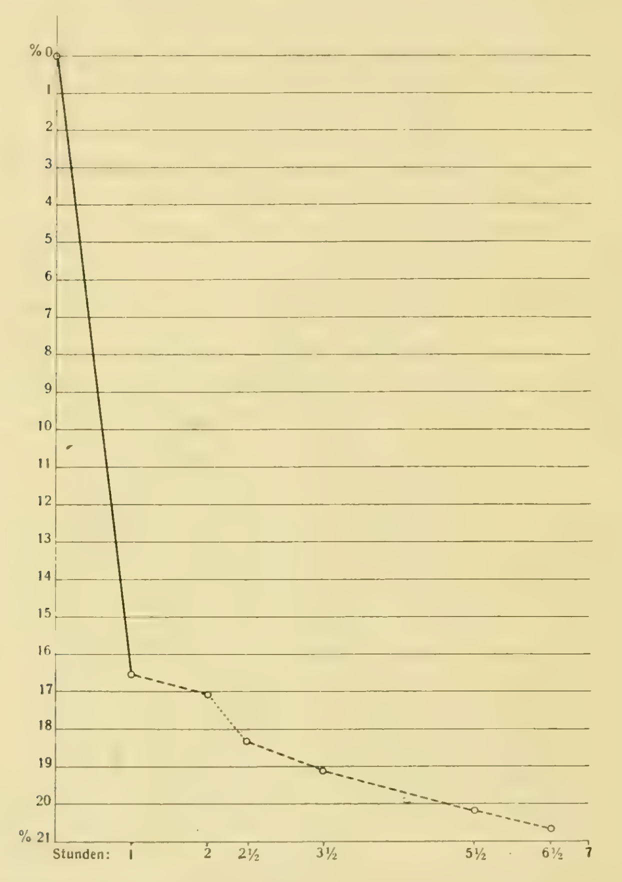
Nun setzte ich das Tier auf die Wagschale. Es blieb ruhig sitzen und wurde mit dem siebartig durchlöcherten Deckel einer Blechschachtel bedeckt. Nach einer halben Stunde hatte die Schnecke einen Gewichtsverlust von 0,02 g oder **0,32** % und nach einer Stunde einen solchen von 0,04 g oder **0,64** % ihres ursprünglichen Gewichtes erlitten. Für je 30 Minuten betrug der Gewichtsverlust 0,32 %.

Nun wurde der Deckel entfernt. Die Schnecke blieb auch jetzt ruhig sitzen und reduzierte innerhalb 30 Minuten ihr Gewicht um 0,075 g oder **1,20** % ihres ursprünglichen Gewichtes.

Auch in den folgenden 21 Stunden, während welcher die Schnecke wieder mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt war, kroch sie nicht vom Platze. Ihre Ermüdung scheint demnach eine große gewesen zu sein. Das Gewicht hatte sie während dieser 21 Stunden um 0,865 g oder **13,84** % des ursprünglichen Gewichtes vermindert.

Bei einer Temperatur von 19—20° C reduzierte also der wasserreiche *Limax variegatus* von 6,25 g in Zeiträumen von je 30 Minuten sein Gewicht:

a) Ruhig sitzend und mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt um 0,32% = X%.
b) Ruhig sitzend, aber unbedeckt, um 1,20% = 3,75 . 0,32% = 3,75 . X%.
c) Kriechend um 8,16% = 25,5 . 0,32% = 25,5 . X%.



Gewichtsverluste eines *Limax variegatus* von 6,250 g, der:
a) kroch = ————————
b) ruhig saß und mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt war = - - - - - - - - - - -
c) ruhig saß und nicht bedeckt war = ······························

Bei derselben Temperatur reduzierte ein wasserreicher *Limax variegatus* von 0,445 g während 30 Minuten sein Gewicht:
a) Ruhig sitzend und mit einem durchlöcherten Deckel bedeckt um 0,91% = X%.
c) Kriechend um 20,60% = 22,63 . 0,91% = 22,63 . X%.

Gewichtsreduktionen bei einem kriechenden und dann ruhig sitzenden *Limax variegatus*.

Ausgeführt am 17. März 1901 bei einer Zimmertemperatur von 19—20° C.

Verhalten der Schnecke	Versuchszeit in Stunden	Gewicht der Schnecke	Gewichtsverluste in den einzelnen Zeiten in		Zurückgelegter Weg	Summe d. Versuchszeit in Stunden	Summe des Gewichtsverlustes in		Summe d. zurückgelegten Wege	Gewichtsverluste durch Zurücklassen von Schleim auf der Wagschale: bei den einzelnen Wägungen in		summiert in	
		g	g	%	m		g	%	m	g	%	g	%
		6,25											
Kriecht	¼	6,03	0,22	3,52	1,80	¼	0,22	3,52	1,80	0,035	0,56		
		5,995											
,,	¼	5,705	0,29	4,64	2,01	½	0,51	8,16	3,81	0,025	0,40	0,06	0,96
		5 680											
,,	¼	5,400	0,280	4,48	1,64	¾	0,79	12,64	5,45	0,050	0,80	0,11	1,76
		5,350											
,,	¼	5,110	0,240	3,84	1,24	1	1,030	16,48	6,69	0,020	0,32	0,13	2,08
Sitzt ruhig uf der Wage ı. ist mit einem urchlöcherten eckel bedeckt	¼	5,09											
	¼	5,08	0,01	0,16	—	¼	0,01	0,16	—				
	¼	5,07	0,01	0,16	—	½	0,02	0,32	—				
	¼	5,06	0,01	0,16	—	¾	0,03	0,48	—				
		5,05	0,01	0,16	—	1	0,04	0,64	—				
Sitzt ruhig, st aber unbedeckt	¼	5,015	0,035	0,56	—	¼	0,035	0,56	—				
	¼	4,975	0,040	0,64	—	½	0,075	1,20	—				
Sitzt ruhig ı. ist mit ein. urchlöchert. Deckel bedeckt	1	4,925	0,050	0,80	—	1	0,050	0,80	—				
	2	4,860	0,065	1,04	—	3	0,115	1,84	—				
	1	4,827	0,033	0,53	—	4	0,148	2,37	—				
	1	4,794	0,033	0,53	—	5	0,181	2,90	—				
	1	4,755	0,039	0,62	—	6	0,220	3,52	—				
	2½	4,665	0,090	1,44	—	8½	0,310	4,96	—				
	12½	4,110	0,555	8,88	—	21	0,865	13,84	—				

Im großen und ganzen ergaben die mit wasserreichen *Limax variegatus* und *Limax cinereus* angestellten Versuche folgendes: In gleichen Zeiträumen reduzieren die Schnecken unter sonst gleichen Bedingungen ihr Gewicht:

a) ruhig sitzend und bedeckt um X%,
b) ruhig sitzend und unbedeckt um 2 bis 3,75 . X%,
c) kriechend um 20 bis 25mal X%.

Sämtliche in Prozenten angegebenen Gewichtsverluste beziehen sich auf das Gewicht, das die Schnecken zu Beginn der Versuche hatten.

Der Prozentsatz **X** ist eine relative Größe; er ist nicht nur für Schnecken verschiedener Arten, sondern auch für solche derselben Art von verschiedenem Wert, da unter sonst gleichen Bedingungen eine kleinere Schnecke in derselben Zeit relativ mehr Wasser verdunstet als eine größere derselben Art.

Daß die enorm großen Gewichtsverluste kriechender Schnecken nicht ausschließlich auf Wasserverdunstung beruhen, sondern unter anderm zum Teil auch veranlaßt werden durch den während des Kriechens aus der Fußdrüse abgeschiedenen Schleim, ist klar. Doch gelang es mir weder auf direktem noch auf indirektem Wege, das Gewicht des aus der Fußdrüse entleerten Schleimes festzustellen.

e) Austrocknungstempo bei gleichgroßen Schnecken verschiedener Arten.

Wenn man die Tempi, in welchen die Austrocknung bei den verschiedenen Nacktschneckenarten erfolgt, miteinander vergleichen will, muß man zu den Versuchen möglichst gleichschwere Tiere mit relativ gleichem Wassergehalt auswählen und sie gleichzeitig und unter denselben Bedingungen austrocknen.

Es war nicht immer leicht, gleichschwere Tiere aufzutreiben. Erst als meine Schneckenzucht im Gang war, und mir von jeder Art Hunderte von Individuen zur Verfügung standen, waren gleichschwere Tiere leichter aufzufinden. Es war mir sogar möglich, gleichalterige Tiere zu diesen Versuchen heranzuziehen.

Weil die Gewichtsverminderung bei kriechenden Schnecken bedeutend rascher erfolgt als bei ruhig sitzenden, und weil die

Tiere sich nicht immer gleich verhielten, waren viele Versuche nötig. Im großen und ganzen resultierte aus denselben:

Arion empiricorum und *Limax cinereoniger* haben die geringste Austrocknungsgeschwindigkeit; etwas größer ist sie bei *Limax agrestis*, *Arion hortensis*, *Ar. bourguignati* und *Ar. subfuscus*, noch bedeutender bei *Amalia marginata*, *Limax cinereus* und *Limax variegatus* und am größten bei *Limax arborum* und *Limax tenellus*.

Vergleichen wir das Tempo, in dem die Austrocknung erfolgt, mit den Wassermengen, welche von den Schnecken getrunken werden, so ergibt sich: diejenigen Schnecken, die mehr Wasser trinken, trocknen rascher aus als solche, die weniger Wasser zu sich nehmen.

Begründet ist diese Erscheinung darin, daß diejenigen Schnecken, die mehr Wasser trinken, in der Regel einen dünneren Hautmuskelschlauch haben als solche, die weniger Wasser zu sich nehmen.

Eine Ausnahme macht *Amalia marginata.* Sie hat dasselbe Wasserbedürfnis wie *Arion empiricorum*, besitzt aber einen viel dünneren Hautmuskelschlauch als dieser und trocknet deshalb auch rascher aus als der *Empiricorum.*

f) Austrocknungsmaximum.

Haben Nacktschnecken einer Art einen relativ gleichen Wasservorrat, so ertragen sie auch denselben Austrocknungsgrad. Nur das Tempo der Austrocknung ist verschieden, da, wie bereits gezeigt, die Wasserverdunstung bei einer kleineren Schnecke rascher erfolgt als bei einer größeren derselben Art.

Das Austrocknungsmaximum, das die Schnecken der einzelnen Arten ertragen können, richtet sich nach der in ihrem Körper aufgespeicherten Wassermenge.

Bei hohem Wassergehalt ertragen die Nacktschnecken folgende (Austrocknungsgrade) Wasserverluste:

Limax tenellus	= 78—80%	seines Körpergewichtes,	
,, *arborum*	= 75—78%	,,	,,
,, *cinereus*	= 75—76%	,,	,,
,, *variegatus*	= 75—76%	,,	,,
,, *agrestis*	= 65—68%	,,	,,
,, *cinereoniger*	= 65—66%	,,	,,
Arion empiricorum	= 65—66%	,,	,,
Arion hortensis	= 60—65%	,,	,,
,, *bourguignati*	= 60—65%	,,	,,
,, *subfuscus*	= 60—65%	,,	,,
Amalia marginata	= 65%	ihres	,,

Den höchsten Austrocknungsgrad ertragen die *Limaces*, den geringsten die *Arionen*, *Limax cinereoniger* und *Amalia marginata*. Zwischen beiden Gruppen steht *Limax agrestis*.

Wir erkennen daraus, daß der Austrocknungsgrad, den die Nacktschnecken ertragen, mit ihrem Wasserbedürfnis zusammenhängt. Alle Schnecken, die mehr Wasser trinken als andere, ertragen auch einen höheren Austrocknungsgrad als diese.

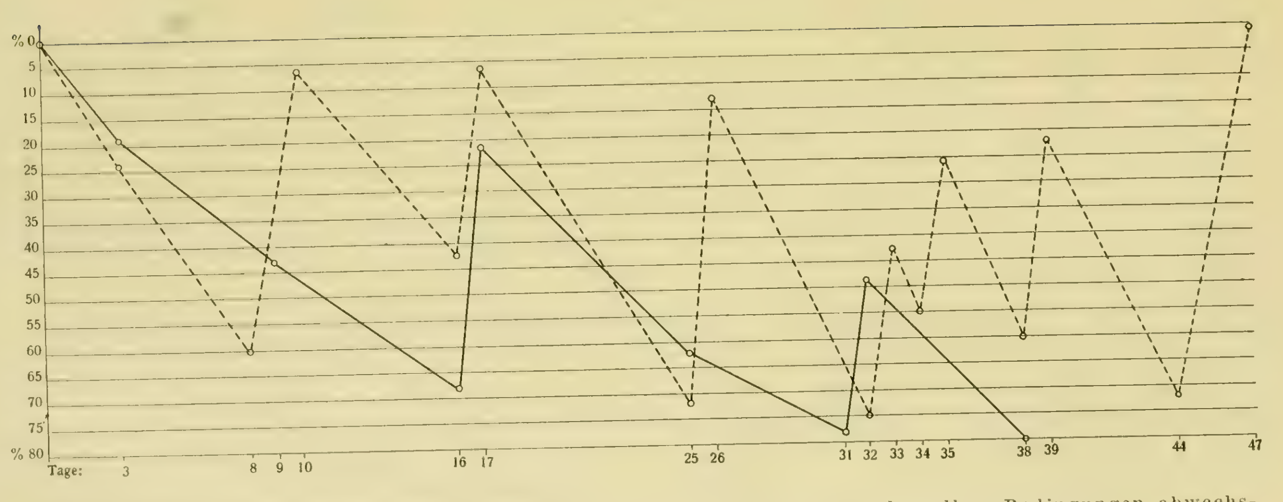
Frisch geschlüpfte Schnecken und solche, die erst einige Wochen alt sind, ertragen wegen ihres zarten Hautmuskelschlauches keinen so hohen Austrocknungsgrad wie ihre älteren Artgenossen.

Ein mehrmaliges Austrocknen bis zur Lebensgrenze ertragen erwachsene oder halb erwachsene *Limaces* und *Amalien* besser als die *Arionen*.

Bei diesen Versuchen ist größte Aufmerksamkeit nötig, damit man den kritischen Moment nicht verpaßt.

Bis zu 50 Prozent ihres ursprünglichen Gewichtes kann man alle Nacktschnecken mit relativ hohem Wassergehalt öfter austrocknen, ohne daß die Tiere dadurch geschädigt werden. Ganz junge Tiere ertragen ein öfteres Austrocknen nicht.

Steht den Schnecken nach der Austrocknung Wasser und Futter zur Verfügung, so fressen sie erst, wenn sie getrunken haben. Der Durst scheint demnach größer zu sein als der Hunger. Ich werde darauf noch zurückkommen.



Gewichtsschwankungen zweier *Limax cinereus*, die gleichzeitig und unter denselben Bedingungen abwechslungsweise ausgetrocknet und getränkt wurden.

a) 9,30 g schweres Tier = ————

b) 5,14 g schweres Tier = - - - - - - - -

Versuchsdauer: 13. Juli bis 29. August 1898. Das 9,30 g schwere Tier war bei einem Gewichtsverluste von 80,84 % am 20. August tot.

TABELLE
über Austrocknung und Tränkung des *Limax cinereus*.

Datum	Nr. 1	Prozent-Faktor = 10,75					
	Absolutes Gewicht	Ab- und Zunahme bezogen auf: die einzelnen Wägungen		das ursprüngliche Gewicht		Volumen	Spez. Gewicht
1898	g	g	%	g	%	ccm	
Juli 13. .	9,30					9,0	1,033
14. .	8,43	−0,87	9,35	−0,87	9,35		
15. .	7,91	−0,52	5,59	−1,39	14,94		
16. .	7,55	−0,36	3,87	−1,75	18,81		
17. .	7,18	−0,37	3,98	−2,12	22,79		
18. .	6,79	−0,39	4,19	−2,51	26,98		
19. .	6,37	−0,42	4,52	−2,93	31,50		
20. .	6,02	−0,35	3,76	−3,28	35,26		
21. .	5,65	−0,37	3,98	−3,65	39,24		
22. .	5,28	−0,37	3,98	−4,02	43,22		
23. .	4,90	−0,38	4,09	−4,40	47,31		
24. .	4,50	−0,40	4,30	−4,80	51,61		
25. .	4,15	−0,35	3,76	−5,15	55,37		
26. .	3,82	−0,33	3,54	−5,48	58,91		
27. .	3,50	−0,32	3,44	−5,80	62,35		
28. .	3,24	−0,26	2,79	−6,06	65,14		
29. .	2,95	−0,29	3,12	−6,35	**68,26**	2,6	1,134
30. .	**7,30**	+4,35	46,76	−2,00	21,50	7,0	1,043
August 3. .	4,88	−2,42	26,02	−4,42	47,52		
7. .	3,52	−1,36	14,62	−5,78	62,14		
11. .	2,65	−0,87	9,35	−6,65	71,49		
13. .	**2,02**	−0,63	6,77	−7,28	**78,26**	1,7	1,194
14. .	4,78	+2,76	29,67	−4,52	48,59		
17. .	3,33	−1,45	15,59	−5,97	64,18		
18. .	2,71	−0,62	6,66	−6,59	70,84		
19. .	2,30	−0,41	4,41	−7,00	75,25		
20. .	1,78	−0,52	5,59	−7,52	80,84		
	Erholt sich nicht mehr.						

TABELLE
über Austrocknung und Tränkung des *Limax cinereus.*

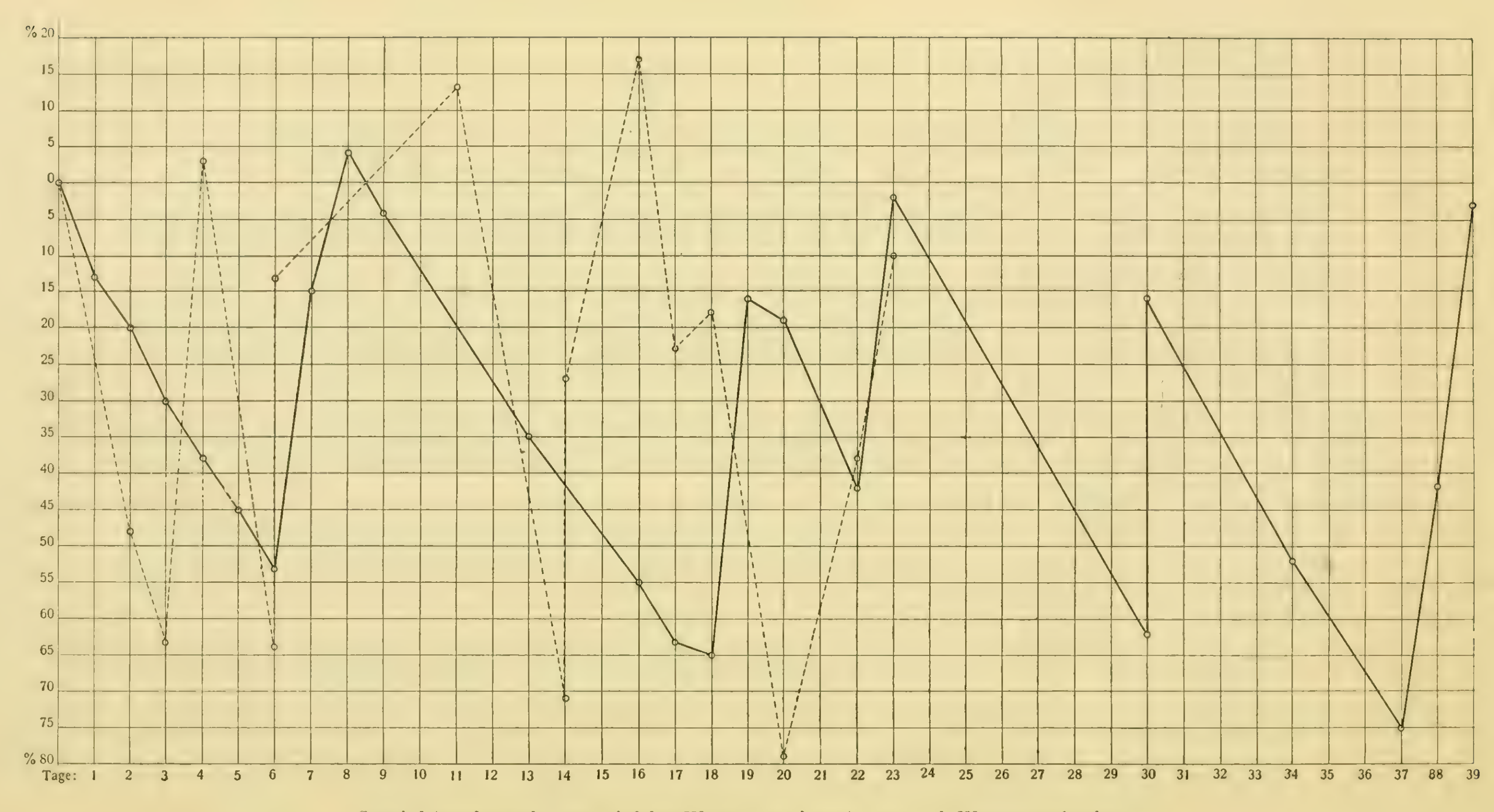
Datum	Nr. 2	Prozent-Faktor = 19,45					
	Absolutes Gewicht	Ab- und Zunahme bezogen auf: die einzelnen Wägungen		das ursprüngliche Gewicht		Volumen	Spez. Gewicht
1898	g	g	%	g	%	ccm	
Juli 13. .	5,14					5,0	1,028
14. .	4,68	−0,46	8,95	−0,46	8,95		
15. .	4,28	−0,40	7,78	−0,86	16,73		
16. .	3,92	−0,36	7,00	−1,22	23,73		
17. .	3,58	−0,34	6,61	−1,56	30,34		
18. .	3,20	−0,38	7,39	−1,94	37,73		
19. .	2,79	−0,41	7,97	−2,35	45,70		
20. .	2,45	−0,34	6,61	−2,69	52,31		
21. .	2,06	−0,39	7,59	−3,08	59,90		
22. .	4,32						
23. .	**4,80**	+2,74	53,29	−0,34	6,61		
24. .	4,75	−0,05	0,97	−0,39	7,58		
25. .	4,44	−0,31	6,03	−0,70	13,61		
26. .	4,05	−0,39	7,59	−1,09	21,20		
27. .	3,68	−0,37	7,20	−1,46	28,40		
28. .	3,32	−0,36	7,00	−1,82	35,40		
29. .	2,95	−0,37	7,20	−2,19	42,60		
30. .	**4,80**	+1,85	35,98	−0,34	6,61		
August 7. .	1,44	−3,36	65,36	−3,70	**71,97**		
8. .	4,48	+3,04	59,13	−0,66	12,84		
14. .	**1,29**	−3,19	62,04	−3,85	**74,88**	1,1	1,172
15. .	2,95	+1,66	32,29	−2,19	42,59		
16. .	2,30	−0,65	12,64	−2,84	55,23		
17. .	3,82	+1,52	29,56	−1,32	25,67		
20. .	2,05	−1,77	34,43	−3,09	60,10		
21. .	4,01	+1,96	38,12	−1,13	21,98		
26. .	**1,17**	−2,84	55,24	−3,97	**77,22**		
29. .	**5,07**	+3,90	75,86	−0,07	1,36		

TABELLE
über Austrocknung und Tränkung des *Limax variegatus*.

Datum	Nr. 1	Prozent-Faktor = 13,97					
	Absolutes Gewicht	Ab- und Zunahme bezogen auf				Volumen	Spez. Gewicht
		die einzelnen Wägungen		das ursprüngliche Gewicht			
1900	g	g	%	g	%	ccm	
Januar 20. .	7,16					7,0	1,023
21. .	6,26	−0,90	12,57	−0,90	12,57		
22. .	5,72	−0,54	7,54	−1,44	20,11		
23. .	5,00	−0,72	10,06	−2,16	30,17		
24. .	4,45	−0,55	7,68	−2,71	37,85		
25. .	3,96	−0,49	6,85	−3,20	44,70		
26. .	3,40	−0,56	7,82	−3,76	52,52		
27. .	6,06	+2,66	37,16	−1,10	15,36		
28. .	7,42	+1,36	19,00	+0,26	3,64	7,3	1,016
29. .	6,84	−0,58	8,10	−0,32	4,46		
Februar 2. .	4,67	−2,17	30,31	−2,49	34,77		
5. .	3,20	−1,47	20,54	−3,96	55,31		
6. .	2,66	−0,54	7,54	−4,50	62,85		
7. .	2,48	−0,18	2,51	−4,68	65,36		
8. .	6,04	+3,56	49,73	−1,12	15,63		
9. .	5,81	−0,23	3,21	−1,35	18,84	5,5	1,056
11. .	4,12	−1,69	23,61	−3,04	42,46		
12. .	7,02	+2,90	40,51	−0,14	1,95		
19. .	2,72	−4,30	60,07	−4,44	62,02	2,4	1,133
19. .	6,01	+3,29	45,96	−1,15	16,06		
23. .	3,42	−2,59	36,18	−3,74	52,24		
26. .	1,79	−1,63	22,78	−5,37	75,02	1,5	1,193
27. .	4,16	+2,37	33,11	−3,00	41,91		
28. .	6,92	+2,76	38,56	−0,24	3,35		

TABELLE
über Austrocknung und Tränkung des
Limax variegatus.

Datum	Nr. 2	Prozent-Faktor = 28,99					
	Absolutes Gewicht	Ab- und Zunahme bezogen auf die einzelnen Wägungen		Ab- und Zunahme bezogen auf das urprüngliche Gewicht		Volumen	Spez. Gewicht
1900	g	g	%	g	%	ccm	
Januar 20. .	3,45					3,3	1,045
21. .	2,96	−0,49	14,21	−0,49	14,21		
22. .	2,52	−0,44	12,76	−0,93	26,97		
23. .	2,10	−0,42	12,18	−1,35	39,15		
24. .	1,51	−0,59	17,10	−1,94	56,25		
25. .	3,54	+2,03	58,85	+0,09	+2,60		
26. .	3,20	−0,34	9,86	−0,25	7,26		
27. .	2,63	−0,57	16,72	−0,82	23,98		
28. .	2,24	−0,39	11,31	−1,21	35,29		
29. .	1,73	−0,51	14,78	−1,72	49,86		
30. .	4,06	+2,33	67,54	+0,61	17,68	4,0	1,015
31. .	3,48	−0,58	16,81	+0,03	0,87		
Februar 2. .	2,80	−0,68	17,97	−0,65	18,84		
5. .	1,62	−1,18	34,21	−1,83	53,05		
6. .	1,15	−0,47	13,63	−2,30	66,68		
8. .	2,53	+1,38	40,01	−0,92	26,67		
9. .	2,70	+0,17	4,93	−0,75	21,74		
11. .	1,31	−1,39	40,30	−2,14	62,04		
12. .	2,73	+1,42	41,17	−0,72	20,87		
16. .	0,83	−1,90	55,08	−2,62	75,95	0,7	1,185
18. .	2,66	+1,83	53,05	−0,79	22,90		
19. .	2,32	−0,34	9,86	−1,13	32,76		
20. .	3,02	+0,70	20,29	−0,43	12,47		
23. .	1,20	−1,82	52,76	−2,25	65,23		
26. .	1,77	+0,57	16,52	−1,68	48,71		
27. .	3,29	+1,52	44,07	−0,16	4,64		



Gewichtsschwankungen infolge Wasserverdunstung und Wasseraufnahme:

a) bei *Limax variegatus* mit einem Anfangsgewicht von 7,16 g = ————————

b) bei *Limax tenellus* mit einem Anfangsgewicht von 0,755 g = - - - - - - - - - - - - - - -

IV. Kapitel.

Austrocknungsversuche mit Gehäuseschnecken.

Von unseren Gehäuseschnecken habe ich zu den Austrocknungsversuchen herangezogen:

1. *Succinea putris* L.
2. *Helix arbustorum* L.
3. „ *nemoralis* L.
4. „ *pomatia* L. und
5. „ *lapicida* L.

Wie bei den Nacktschnecken so können auch bei den Gehäuseschnecken nur dann brauchbare und zum Vergleich geeignete Resultate erzielt werden, wenn die Tiere zu Beginn der Austrocknungsversuche einen möglichst hohen und relativ gleichen Wassergehalt besitzen und den Darm entleert haben. Um das zu erreichen, wurden die Schnecken, wie bereits erwähnt, einige Tage vor Beginn der Austrocknungsversuche ohne Futter gehalten; über ihrem Zwinger aber wurde täglich mehrmals ein künstlicher Regen mit temperiertem Wasser erzeugt.

Ehe man das Gewicht der Schnecken bestimmt, müssen die Gehäuse sorgfältig gereinigt und die der Gehäusemündung etwa noch anhaftenden Schutzhautreste entfernt werden.

Hat sich die Schnecke nicht vollständig in ihr Gehäuse zurückgezogen, so legt man sie, um ein Umherkriechen während des Wiegens zu verhüten, so auf die Wagschale, daß ihr Körper mit dieser nicht in Berührung kommt.

Damit die bei den Austrocknungsversuchen gewonnenen Resultate zum Vergleich der Gehäuseschnecken unter sich und mit den Nacktschnecken verwendet werden können, müssen die Gewichtsverluste auch im Gewichte des unbeschalten Tieres ausgedrückt werden, was selbstredend erst nach Abschluß der Versuche geschehen kann.

1. Schutzmittel gegen Austrocknung.

Im großen und ganzen gelten die bei den Austrocknungsversuchen mit den Nacktschnecken ermittelten Gesetze auch für die Gehäuseschnecken. In gleichen Zeiträumen aber verdunstet bei den Gehäuseschnecken bedeutend weniger Wasser als bei den Nacktschnecken, mit denen sie unter gleichen Bedingungen ausgetrocknet werden, da sie Schutzmittel besitzen, durch welche die Wasserverdunstung zwar nicht aufgehoben, wohl aber ganz gewaltig reduziert wird. Solche sind: Das Gehäuse, der Mantel, die Aufhängehäute, die Schutzhäute und das Epiphragma.

a) Das Gehäuse

bietet insofern einen großen Trockenschutz, als es beim umherkriechenden Tier den Eingeweidesack, beim ruhenden aber — mit Ausnahme von *Succinea putris* — den ganzen Schneckenkörper birgt, so daß eine Wasserverdunstung dann nur an der Gehäusemündung stattfinden kann.

b) Der Mantelrand

schiebt sich, sobald sich die Schnecke in ihr Gehäuse zurückgezogen hat, vom Schalenrand her gegen die Mitte vor, bedeckt die eingezogene Schnecke und schützt sie gegen Austrocknung.

c) Aufhängehäute

werden von den genannten Gehäuseschnecken nach jedem Auskriechen gebildet.

Ist die kriechende Schnecke an einer Stelle angelangt, an der sie sich aufhängen möchte, so bleibt sie einige Zeit ruhig sitzen, zieht dann die Ommatophoren ein und kontrahiert ihren bis dahin ausgestreckten Körper. Nachdem dann Kopf, Vorderfuß und ein Teil des Hinterfußes in das Gehäuse eingezogen sind, wird die Schnecke nur noch vom hinteren Teile des Fußes auf der Unterlage festgehalten. Liegt schließlich das Hinterende des Fußes innerhalb des Peristoms, so wird vom Mantelrand Schleim abgeschieden, der sich zwischen Peristom und Unterlage einschiebt, erhärtet und das Schneckenhaus auf seiner Unterlage festhält.

In den meisten Fällen schließt die Aufhängehaut die Mündung des Schneckenhauses luftdicht ab mit Ausnahme von einer kleinen Stelle, die dem Atemloch gegenüber liegt und mit porösem kohlensaurem Kalk ausgefüllt ist, also den Gasaustausch sowie die Wasserverdunstung gestattet.

Ist die Aufhängehaut gebildet, so zieht die Schnecke auch das Hinterende ihres Fußes ein und breitet, wie schon erwähnt, den Mantelrand über ihrem ins Gehäuse eingezogenen Körper aus.

Recht schön kann man die geschilderten Vorgänge bei *Helix nemoralis* und *Helix pomatia* beobachten, die man in einem Glaskasten hält oder an einer Fensterscheibe kriechen und zur Ruhe kommen läßt.

Der Fuß selbst wird beim Zurückziehen ins Gehäuse der Länge nach zusammengefaltet und das Fußende nach innen umgeschlagen, sodaß der Rücken desselben nach außen gekehrt ist.

d) Die Schutzhäute

werden nach und hinter der Aufhängehaut, also im Innern des Gehäuses angelegt, sobald Trockenheit eintritt. Der über dem eingezogenen Schneckenkörper ausgebreitete Mantelrand scheidet an seiner ganzen Außenfläche Schleim, am Pneumostomrand aber nur Kalk ab. Beide Stoffe werden bald fest, und so kommt eine Haut zustande, die an der über dem Pneumostom gelegenen Stelle einen weißen Fleck zeigt. Sie haftet fest am Gehäuse, nicht aber am Mantel, und so kann sich die Schnecke tiefer in ihr Gehäuse zurückziehen, ohne die Schutzhaut zu verletzen.

Wasserreiche Gehäuseschnecken hängen sich vermittelst einer Aufhängehaut fest, erzeugen eine Schutzhaut aber erst dann, wenn ein weiterer Teil ihres Wassers verdunstet ist.

Je mehr die Schnecke austrocknet, desto tiefer zieht sie sich in ihr Gehäuse zurück, und desto mehr Schutzhäute erzeugt sie.

Helix nemoralis, die ich am 14. Oktober 1898 einsammelte und von da an ohne Futter und Wasser in einer mit einem Drahtnetz bedeckten Kiste im offenen Speicher hielt, hatten bis zum 16. Mai 1899 zwei bis fünf Schutzhäute gebildet. Nun wurden die Tiere getränkt und abermals trocken gehalten. Bis zum 10. Juni, also in 25 Tagen, hatten sie hinter der Aufhängehaut in verschieden großem Abstand wieder zwei bis vier Schutzhäute erzeugt, die

aber selbst bei ein und derselben Schnecke nicht von gleicher Dicke waren.

Alle Häute hafteten fest am Gehäuse und zeigten an der dem Pneumostom gegenüberliegenden Stelle den aus kohlensaurem Kalk bestehenden weißen Fleck.

Die Schutzhäute von *Helix pomatia* führen außer dem Kalkfleck, der sich scharf von seiner Umgebung abhebt, oft auch noch etwas Kalk an anderen Stellen oder an der ganzen Haut; doch ist er stets der nach außen gekehrten Seite der Schutzhaut aufgelagert.

Werden die Schutzhäute vorsichtig abgenommen und in Essigsäure gelegt, so löst sich der Kalk unter Kohlensäureentwicklung auf, und an Stelle des weißen Fleckes zeigt sich eine Öffnung.

Das Vorhandensein dieser Öffnung ist dadurch bedingt, daß von dem über dem eingezogenen Körper ausgebreiteten Mantelrand Schleim und von den Pneumostomrändern Kalk abgeschieden wird.

Ohne die Kalkeinlagerung müßte also die Schutzhaut an der dem Pneumostom gegenüberliegenden Stelle eine Öffnung haben. In der Tat hat sich eine solche während der Austrocknungsversuche bei kalkarmen Schnecken auch gezeigt.

Die mit porösem kohlensaurem Kalk ausgefüllte Öffnung dient dem Gasaustausch, also auch der Wasserverdunstung.

Nimmt man einer Schnecke, die noch nicht zu weit ausgetrocknet ist, die Schutzhaut weg, so erzeugt sie oft nach einigen Stunden, oft aber auch erst nach einem Tage oder nach einigen Tagen eine neue.

Gibt die Schnecke viel Wasser durch Verdunstung ab, so verliert sie schließlich die Fähigkeit, Schutzhäute zu bilden, weil der vom Mantel gebildete Schleim zu zähe wird und nicht mehr abfließen kann. Beträufelt man nun den Mantel mit temperiertem Wasser oder gibt der Schnecke solches zu trinken, so kehrt der im Mantel enthaltene Schleim in den normalen Zustand zurück, und die Schnecke kann weitere Schutzhäute erzeugen. So oft sie aber eine solche bildet, erfährt sie einen kleinen Gewichtsverlust, weil der zur Schutzhaut verwendete wasserreiche Schleim sofort austrocknet. Wenn man also eine Schnecke zwingen könnte, jeden Tag eine neue Schutzhaut zu bilden, so würde sie unter Umständen in einem bestimmten Zeitraum einen größeren Gewichtsverlust erleiden, als wenn sie während dieser Zeit ohne Schutzhaut ge-

wesen wäre. Von praktischem Wert sind die Schutzhäute also nur dann, wenn sie der Schnecke für längere Zeit belassen werden.

Daß die in Rede stehenden Häute ein ganz vorzügliches Schutzmittel gegen Trockenheit sind, ist klar und bedarf keines besonderen Beweises. Aber trotzdem sollen einige Daten angeführt werden:

α) Eine Anzahl *Helix arbustorum* wurde vom 10. August bis 4. September 1898 ausgetrocknet. Diejenigen Tiere, denen ich die Aufhänge- und Schutzhaut — wenn eine solche vorhanden war — täglich wegnahm, erlitten in 25 Tagen einen Gewichtsverlust von 44% bis 50% ihres unbeschalten Körpers, während diejenigen, denen ich die Schutzhäute ließ, in der gleichen Zeit einen Gewichtsverlust von nur 17 bis 19% erfuhren. Im ersten Fall betrug die Gewichtsverminderung durchschnittlich pro Tag 1,8 bis 2,0%, im zweiten Fall aber nur 0,68 bis 0,76%.

Diejenigen *Helix arbustorum*, denen die Aufhänge- und Schutzhäute täglich genommen wurden, erfuhren in 25 Tagen einen 2½mal so starken Gewichtsverlust wie ihre Artgenossen, welche die genannten Häute behielten.

β) Eine andere Anzahl *Helix arbustorum* wurde vom 19. August bis 26. September 1899, also 38 Tage lang ausgetrocknet. Die Tiere, denen die Schutzhäute alle 5 Tage weggenommen wurden, erfuhren in den 38 Tagen in Berechnung auf den unbeschalten Körper einen Gewichtsverlust von 40,09% bis 49,30%, während die Tiere, welche ihre Schutzhäute behielten, in derselben Zeit einen Gewichtsverlust von nur 18,64% bis 24,08% erlitten.

Im ersten Fall betrug der tägliche Gewichtsverlust 1,055 bis 1,297%, im zweiten aber nur 0,490 bis 0,631%.

Bei *Helix arbustorum*, welche ihrer Schutzhäute nie beraubt wurden, verdunstete in einem Zeitraum von 38 Tagen nur halb so viel Wasser als bei denen, deren Schutzhäute alle 5 Tage weggenommen wurden.

γ) Einer Anzahl *Helix arbustorum*, die vom 23. Juni bis 3. Oktober 1899 ausgetrocknet wurden, nahm ich nur zweimal die Schutzhäute weg. In Berechnung auf das Gewicht der unbeschalten Schnecke betrug der Gewichtsverlust in den 102 Tagen 45,08 bis 53,51%, der tägliche also durchschnittlich nur 0,442% bis 0,524%.

Der Übersicht wegen, und weil sich die Wirkung der Schutzhäute auf den ersten Blick erkennen läßt, habe ich nachstehende tabellarische Zusammenstellung beigegeben.

Helix arbustorum.

Gruppe	Ausgetrocknet		Die Schutzhäute wurden entfernt	Gewichtsverlust, bezogen auf die unbeschalten Tiere	
	Wann?	Wie viele Tage?		im Ganzen in %	täglich im Durchschnitt in %
1	10. VIII.—4. IX. 98	25	so oft sie gebildet waren	40—50	1,8—2,0
	10. VIII.—4. IX. 98	25	Nie	17—19	0,68—0,76
2	19. VIII.—26. IX. 99	38	alle 5 Tage	40,09—49,30	1,055—1,297
	19. VIII.—26. IX. 99	38	Nie	18,64—24,08	0,49—0,63
3	23. VI.—3. X. 99	102	2mal	45,08—53,51	0,442—0,524

Auffallend zeigt sich die Wirkung der Schutzhaut bei einem Vergleich der Gruppe 3 mit Gruppe 2: Tiere, denen die Schutzhäute nur zweimal genommen wurden, verdunsteten in 102 Tagen wenig mehr Wasser als diejenigen, deren Schutzhäute alle 5 Tage entfernt wurden, in 38 Tagen.

e) Epiphragma

nennt man den Kalkdeckel, mit dem *Helix pomatia* nach Bezug ihres Winterquartiers die Gehäusemündung verschließt, was, wie meine Zuchtversuche und meine in der freien Natur angestellten Beobachtungen ergaben, in der Regel in der ersten Hälfte des Monats Oktober geschieht.

Gegen Ende September nahmen meine im Freien gehaltenen Weinbergschnecken nur noch wenig Futter und Wasser zu sich, krochen träge umher und suchten, wenn im Oktober die Nächte kühl wurden, ihre Winterquartiere auf.

Je nach der Bodenbeschaffenheit bohrten sich die Schnecken mit Hilfe ihres Vorderfußes oft 20 bis 25 cm tief in die Erde ein, machten sich dort eine entsprechende Höhle, drehten sich dann so, daß die Gehäusemündung nach oben gekehrt war, und zogen sich in ihr Gehäuse zurück.

Ist der Kopf eingezogen, so wird der Fuß der Länge nach zusammengelegt und so zurückgezogen, daß der Hinterfuß auf den zuerst eingezogenen Vorderfuß zu liegen kommt. Hierauf schiebt sich der Mantelrand gegen die Mitte der Gehäuseöffnung vor, bedeckt die eingezogene Schnecke vollständig und scheidet an seiner ganzen Außenfläche zuerst eine rahmartige Flüssigkeit und dann darunter eine Schleimschichte ab. Neigt man in diesem Augenblick das Schneckenhaus zur Seite, so fließt die rahmartige, aus mikroskopisch kleinen Körnchen (Kügelchen) bestehende Flüssigkeit ab, während die Schleimschichte zurückbleibt. Läßt man die Schnecke aber in der von ihr eingenommenen Stellung liegen, so bildet sich aus der Schleimschichte eine feste Haut und aus der über ihr stehenden rahmartigen Masse eine Kalkschichte, die mit der unter ihr liegenden Haut fest zusammenhängt.

Das Epiphragma ist also nichts anderes als eine kräftige Schutzhaut, welche an der Außenseite eine mehr oder weniger dicke Kalkschichte trägt.

Legt man ein Epiphragma in Essigsäure, so löst sich der Kalk auf, und die Schutzhaut bleibt zurück. Wie jede andere Schutzhaut, so hat auch sie an der dem Pneumostom gegenüberliegenden Stelle eine Öffnung, die mit porösem Kalk ausgefüllt oder überdeckt ist und den Gasaustausch vermittelt.

Nach Kühn (56a) soll bei den eingedeckelten Weinbergschnecken ein Gasaustausch auch durch die Schale stattfinden.

Nach Meisenheimer (84, S. 20) soll das Epiphragma dadurch zustande kommen, daß die Drüsenelemente der Mantelscheibe (des über der eingezogenen Schnecke ausgebreiteten Mantelrandes) „zunächst ein schleimiges Sekret absondern, das bald zu einer dünnen Membran von horniger Beschaffenheit erhärtet, worauf nachfolgende Absonderungen neue Schichten hinzufügen; diese letzteren enthalten reichlich kohlensauren und phosphorsauren Kalk. . . . . Das auf diese Weise gebildete Epiphragma nimmt so ständig an Dicke zu, doch bildet es nie einen vollständigen Abschluß gegen die Außenwelt, da es an der Stelle, wo die Atemöffnung gelegen ist, von einer kleinen Öffnung durchbrochen bleibt, welche dem winterschlafenden Tiere von außen Luft zuführt."

Nach diesen Angaben müßte das Epiphragma an seiner Außenseite eine hornige Haut und hinter dieser eine Kalkschichte haben. Gerade das Gegenteil ist aber der Fall, und es muß so sein, weil

der Mantel zuerst rahmartigen Kalk und erst dann Schleim abscheidet. Die aus letzterem sich bildende harte Haut liegt stets unter der Kalkschichte, niemals über derselben. Auch habe ich nie beobachtet, daß der genannten Haut eine weitere Kalkschicht aufgelagert worden wäre, daß also ein nachträgliches Dickenwachstum stattgefunden hätte.

Ferner hat das Epiphragma keine kleine Öffnung, sondern nur die der Kalkschichte an der Unterseite anhaftende Haut besitzt eine solche. Wie ich schon bei Besprechung der Schutzhäute ausgeführt habe, wird die Öffnung dadurch bedingt, daß die Pneumostomränder keinen Schleim, sondern nur Kalk abscheiden, der die Öffnung ausfüllt, so daß in der betreffenden Haut kein Loch, sondern nur ein weißer Fleck wahrzunehmen ist.

Während der Winterruhe zieht sich die Weinbergschnecke immer tiefer in ihr Haus zurück, wobei sie in verschieden großen Abständen 2—5 Schutzhäute anlegen kann, die aber in der Regel nicht von gleicher Dicke sind.

Weinbergschnecken, die ich zum Studium der Epiphragmabildung in hölzernen Kisten hielt, deren Boden zum Teil mit Moos belegt war, verkrochen sich zur Eindeckelung unter dieses, während andere, die in Kisten ohne Erde und Moos gehalten wurden, mit wenigen Ausnahmen sich auf dem Kistenboden ansammelten und sich so hinlegten, daß die Gehäuseöffnung nach oben gekehrt war.

Für die Epiphragmabildung ist diese Lage die vorteilhafteste, da sich die Kalkabscheidung, so lange sie noch flüssig ist, gleichmäßig über der Mantelfläche verteilen kann, während sie bei geneigter Lage der Gehäusemündung sich an der tiefer liegenden Stelle ansammeln oder gar abfließen würde.

Die Dicke der Epiphragmen ist sehr verschieden. Weinbergschnecken, die ich im Spätsommer im Muschelkalkgebiet sammelte, erzeugten in der Regel bedeutend stärkere Epiphragmen als die auf Lößboden aufgewachsenen Tiere. Die Epiphragmen der ersteren wogen 0,415 bis 0,445 g, während gleichgroße und größere Epiphragmen der Löß-Schnecken nur 0,180 bis 0,250 g wogen.

Aber auch bei den unter gleichen Bedingungen gehaltenen Weinbergschnecken meiner Zucht zeigten sonst gleichgroße Epiphragmen recht auffallende Gewichtsdifferenzen. Es scheint also, daß auch bei den unter gleichen Bedingungen lebenden Tieren der Kalkgehalt relativ recht verschieden ist.

Nach Flössner (26a) besteht die Kalkschichte des Epiphragmas aus Sphäriten.

B. Wicke (114b), der die chemische Zusammensetzung des Winterdeckels von *Helix pomatia* untersuchte, fand:

	86,75 %	kohlensauren Kalk,
	0,96 %	kohlensaure Magnesia,
	5,36 %	phosphorsaure Erden,
	0,16 %	phosphorsaures Eisenoxyd,
	0,35 %	Kieselsäure (SiO_2)
	6,42 %	organische Substanzen.
Summe	100,00 %.	

Bei meinen Zuchtversuchen habe ich beobachtet, daß die Weinbergschnecken sich eindeckeln, wenn die Temperatur auf 3° C oder darunter sinkt, daß aber auch Wärme, Feuchtigkeit und bestes Futter nicht imstande sind, sie den Winter über wach zu halten.

Einige Beispiele seien angeführt:

a) Im Jahre 1902, als das Temperaturminimum vom 30. September zum 1. Oktober noch + 10,7° C betrug, waren meine Schnecken während des ganzen September munter. Nun erfolgte plötzlich ein Witterungsumschlag. Vom 1. zum 2. Oktober sank die Temperatur auf + 2,5° C, und am andern Morgen hatten sich viele der Schnecken, die ich im Freien hielt, 20 bis 25 cm tief in die Erde verkrochen und eingedeckelt.

Vom 5. bis 23. Oktober 1902 war die Temperatur wieder eine höhere, und die nicht gedeckelten Schnecken krochen träge umher. Nun sank die Temperatur abermals. Vom 23. auf 24. Oktober 1902 betrug das Temperaturminimum + 1,0° C und vom 24. zum 25. Oktober + 1,6° C. Eine an letztgenantem Tage vorgenommene Untersuchung der Schneckenställe ergab, daß sich — mit Ausnahme von zwei Exemplaren, die bald zugrunde gingen — sämtliche Schnecken in die Erde verkrochen und eingedeckelt hatten.

Im Jahre 1912 bildeten viele Weinbergschnecken schon in den kühlen Septembertagen ein Epiphragma.

b) Weinbergschnecken, die ich im Herbste 1902 bei Futter und Wasser im gutgeheizten Zimmer hielt, kopulierten noch am 14. Oktober, also zu einer Zeit, wo sich schon viele ihrer im Freien lebenden Kameraden in die Erde verkrochen und mit einem Epiphragma versehen hatten. Aber trotz der besten Lebensbedingungen bezogen auch sie gegen Ende November die Winterquar-

tiere und erzeugten, je nachdem sie mehr oder weniger kalkreich waren, ein kräftiges Epiphragma oder Schutzhäute, denen nur Spuren von Kalk aufgelagert waren.

Einige Schnecken, die ihre Gehäusemündung anfänglich durch eine Schutzhaut verschlossen hatten, erzeugten nachträglich hinter dieser Haut in einer Entfernung von 5 bis 6 mm noch ein Epiphragma.

Wärme, Futter und Wasser, die drei wichtigsten Faktoren für das Gedeihen der Schnecken, waren nicht imstande, den Winterschlaf von den Tieren fernzuhalten. Die Winterruhe scheint ein Bedürfnis für unsere Weinbergschnecke zu sein.

c) Von besonderem Interesse war es für mich, zu erfahren, wie sich ungedeckelte Weinbergschnecken im Herbste verhalten, wenn sie plötzlich einer niederen Temperatur ausgesetzt werden. Gelegenheit dazu bot sich zwischen dem 16. und 19. November 1902, in welcher Zeit die Temperaturminima im Freien — 2,7°, — 1,2°, — 6,0° und — 7,0° C und die Maxima 4,3°, 1,6°, — 1,0° und — 0,8° C betrugen.

Am 17. November brachte ich eine Anzahl Weinbergschnecken, die bis dahin im geheizten Zimmer bei einer Temperatur von 18 bis 20° C gehalten wurden und noch nicht eingedeckelt waren, in eine ungeheizte Dachkammer. Sie saßen an den Wänden ihres Stalles, einer mit einem Drahtnetz bedeckten hölzernen Kiste, und verließen infolge des plötzlichen Temperaturwechsels ihre Plätze nicht. Auch die Tiere, die ich so auf den Kistenboden legte, daß ihre schutzhautlose Gehäuseöffnung nach oben gekehrt war, krochen nicht aus. Bei einer am 19. November vorgenommenen Untersuchung der Schnecken konnte ich feststellen:

α) Sämtliche Schnecken hatten Kalk aus dem Mantel ausgepreßt.

β) Bei den an den Seitenwänden hängenden Tieren, deren Aufhängehaut die Gehäuseöffnung nicht lückenlos abschloß, und die hinter dieser Haut eine Schutzhaut nicht gebildet hatten, kam kein vollständiges Epiphragma zustande, weil der dazu bestimmte Kalk zum größten Teil abgeflossen war, was man an der Wand des Schneckenstalles sehen konnte.

γ) Bei den Schnecken, die hinter der Aufhängehaut eine oder zwei Schutzhäute gebildet hatten, kam ein vollständiges aber ungleichmäßig dickes Epiphragma zustande, da sich an dem nach

unten gekehrten Teile mehr Kalk angesammelt hatte als an dem darüber liegenden.

δ) Die auf dem Boden der Kiste liegenden Weinbergschnecken hatten ein normales Epiphragma erzeugt, da sich der abgeschiedene Kalk gleichmäßig über dem ausgebreiteten Mantel der Schnecke verteilen konnte.

Durch plötzliche Temperaturerniedrigung wurden die Weinbergschnecken nicht zum Auskriechen, wohl aber zur Epiphragmabildung veranlaßt.

Ob sämtliche Schnecken erst infolge der plötzlichen und starken Temperaturerniedrigung zur Epiphragmabildung veranlaßt wurden, oder ob manche ein solches schon vorher erzeugt hatten, ließ sich nicht ermitteln. Sicher aber ist, daß die von mir auf den Kistenboden gelegten Tiere und jene, bei denen ein Teil des abgeschiedenen Kalkes ausfloß, erst durch die plötzliche und bedeutende Temperaturerniedrigung zur Epiphragmabildung veranlaßt wurden.

Weinbergschnecken, denen ich das Epiphragma und die hinter ihm liegenden Schutzhäute während der Winterruhe abnahm, oder die es aus später zu besprechenden Gründen selbst abwarfen, erzeugten nur ausnahmsweise ein zweites Epiphragma; wohl aber bildeten sie Schutzhäute, denen an der Außenseite etwas Kalk aufgelagert war.

Auch jene Weinbergschnecken, an denen ich nach Entfernung des Epiphragmas und der Schutzhäute während des Winters Beträufelungsversuche vornahm, erzeugten, wenn sie sich wieder in ihr Gehäuse zurückgezogen hatten, fast ausnahmslos nur kalkführende Schutzhäute. Zur Bildung eines zweiten Epiphragmas fehlte der nötige Kalk.

Wenn die gedeckelten Weinbergschnecken aus dem Winterschlaf erwachen und auskriechen, so schieben sie in der Regel das Epiphragma nach außen, ohne es zu verletzen. „Zersprengt", wie Meisenheimer (84, S. 22) angibt, oder zerstoßen, wie Gaspard (30, S. 258) meint, wird es nur ausnahmsweise, nämlich nur dann, wenn die Kalkschichte sehr dünn ist und die unter ihr liegende und mit ihr verbundene Schutzhaut besonders fest am Gehäuse der Schnecke haftet.

Die Vorteile, welche der Schnecke durch das Epiphragma geboten werden, sind unter anderm folgende:

α) Es schützt die ruhende Schnecke gegen Belästigungen und Angriffe von seiten gewisser Tiere.

β) Es ist ein Schutzmittel gegen die Winterkälte.

γ) Es verhütet ein rasches Eindringen des Wassers in das Gehäuseinnere.

δ) Es schützt die Schnecke gegen zu starken Wasserverlust infolge Verdunstung.

Hier soll nur der letzte Punkt besprochen werden; auf die übrigen Punkte werde ich später zurückkommen.

Will man die schützende Wirkung des Epiphragmas gegen Wasserverdunstung ermitteln, so müssen die zum Vergleich heranzuziehenden Schnecken zu Beginn des Versuches einen relativ gleichen Wassergehalt haben und unter denselben Bedingungen gehalten werden. Auch sollen sie annähernd gleichgroß (gleichschwer) sein, da bei kleineren Schnecken in einer bestimmten Zeit relativ mehr Wasser verdunstet als bei größeren ihrer Art, mit denen sie unter gleichen Bedingungen ausgetrocknet werden.

Da, wie schon erwähnt, die Gewichte gleichgroßer Gehäuse oft sehr differieren, und kleinere Gehäuse nicht selten schwerer sind als größere, müssen die Gewichtsverluste in Prozenten des unbeschalten Körpers ausgedrückt werden.

Will man an ein und derselben Schnecke nachweisen, wie das Epiphragma die Verdunstung reduziert, so dürfen für die einzelnen Versuchsperioden nicht zu lange Zeiträume gewählt werden, da die Wasserverdunstung unter sonst gleichen Umständen stetig abnimmt.

Werden die genannten Verhältnisse nicht beachtet, so können die Versuche unter Umständen ganz paradox scheinende Resultate liefern. So kann sich ergeben, daß eine mit einer Schutzhaut versehene Schnecke in einem bestimmten Zeitraum denselben oder gar einen größeren Gewichtsverlust erfährt als eine solche ohne Schutzhaut, oder daß eine gedeckelte Weinbergschnecke in einem gewissen Zeitabschnitt ihr Gewicht um denselben oder doch annähernd denselben Prozentsatz vermindert wie eine des Epiphragmas und der Schutzhäute beraubte Schnecke.

Bei den Versuchen, die ich in den Wintermonaten der Jahre 1902 bis Ende 1909 ausführte — ich züchtete damals *Helix pomatia* —, hat sich ergeben:

1. Werden annähernd gleichgroße Weinbergschnecken mit relativ gleichem Wassergehalt während des Winters unter denselben Bedingungen gehalten, so erfährt ein ungedeckeltes und schutzhautloses Tier in einem bestimmten Zeitraum durchschnittlich einen $1\frac{1}{2}$mal so großen Gewichtsverlust als ein mit einem Epiphragma versehenes.

Anders ausgedrückt heißt das: Unter sonst gleichen Umständen beträgt der Gewichtsverlust, den gedeckelte Weinbergschnecken während der Winterruhe in einem bestimmten Zeitraum erfahren, durchschnittlich $^2/_3$ von dem Verluste ungedeckelter, schutzhautloser Tiere.

Im übrigen sei bemerkt, daß die Durchführung dieser Versuche nur selten gelingt, weil die der Schutzhäute beraubten Schnecken oft schon innerhalb 24 Stunden wieder eine neue erzeugen, oder gar auskriechen, wenn man, so lange sie noch wasserreich sind, bei der Entfernung des Epiphragmas und der bereits gebildeten Schutzhäute nicht sehr vorsichtig zu Werke geht.

2. Unter sonst gleichen Bedingungen erfahren Weinbergschnecken, die ein Epiphragma besitzen, in einer bestimmten Zeit im allgemeinen denselben Gewichtsverlust wie ihre gleichgroßen Artgenossen, die mit Schutzhäuten versehen sind, deren dem Pneumostom gegenüberliegende Öffnung mit Kalk ausgefüllt ist.

Die Schutzhaut reduziert also die Wasserverdunstung in demselben Verhältnis wie das Epiphragma.

Was der Versuch ergab, war eine Bestätigung dessen, was sich auf Grund eines Vergleiches zwischen Schutzhaut und Epiphragma vermuten ließ. Ist doch das letztere nichts anderes als eine Schutzhaut, der auf der Außenseite eine Kalkschichte aufgelagert ist.

2. Ökonomische Bedeutung der Schutzmittel.

(Veranschaulicht durch einen Vergleich der Gewichtsverluste bei Gehäuse- und Nacktschnecken.)

Die ökonomische Bedeutung des Schneckenhauses und der Aufhänge- und Schutzhäute wird ohne weiteres klar, wenn man die Gewichtsverluste der Gehäuseschnecken mit denen solcher Nacktschnecken vergleicht, mit denen sie unter denselben Bedingungen ausgetrocknet wurden.

TABELLE,
aus der sich die ökonomische Bedeutung des Gehäuses, der Aufhänge- und Schutzhäute erkennen läßt.

(Bei den Gehäuseschnecken ist das Gewicht des unbeschalten Körpers eingetragen.)

Nr.	Name der Schnecke	Ausgetrocknet: Wann?	Ausgetrocknet: Wie viele Tage?	Gewicht der Schnecke g	Gewichtsverlust im Ganzen g	Gewichtsverlust im Ganzen %	Gewichtsverlust täglich %	
I a	*Succinea putris*	Juli 1898	**3**	**0,610**	**0,165**	**27,05**	**9,00**	Gehäuseschneck[e]
b	*Limax agrestis* ...	,,	3	0,600	0,360	59,99	19,99	Nacktschneck[en]
c	,, *tenellus* ...	,,	3	0,755	0,475	62,91	20,97	
d	,, *arborum* ..	,,	1	0,685	0,355	51,82	51,82	
e	,, *arborum* ..	,,	1½	1,300	0,670	51,54	34,36	
f	,, *variegatus*	,,	2½	2,370	1,340	56,54	22,61	
g	,, ,,	,,	3	5,180	1,780	34,37	11,46	
h	,, ,,	,,	3	7,160	1,710	23,88	**7,96**	
i	,, *cinereus*...	,,	3	5,140	1,220	23,73	7,91	
k	,, ,, ...	,,	3	14,490	2,310	15,95	5,32	
l	*Arion empiricorum*	,,	6	2,980	1,890	63,42	10,57	
m	,, ,,	,,	6	5,20	1,770	34,04	**5,67**	
II a	*Helix arbustorum*	23. VI.—31. VII.99	**38**	**2,95**	**0,55**	**18,64**	**0,490**	Gehäuseschneck[e]
b	*Arion empiricorum*	23. VI.—29. VI. 99	6	2,98	1,890	63,42	10,57	Nacktschneck[en]
c	,, ,,	23. VI.— 6. VII.99	13	14,97	7,11	47,49	3,646	
d	,, ,,	20. VII.—1. VIII. 99	12	20,43	6,48	31,71	2,64	
III a	*Helix nemoralis*	7. VII.—4. IX. 99	**59**	**3,92**	**0,55**	**14,03**	**0,238**	Gehäuseschneck[e]
b	*Arion empiricorum*	10.VII.—16.VII. 99	6	3,37	1,56	46,19	7,69	Nacktschneck[en]
c	,, ,,	20.VII.— 1.VIII.99	12	20,43	6,48	31,71	2,64	
d	*Limax cinereus*...	13.VII.—25.VII. 99	12	14,49	7,04	48,59	4,05	
e	,, *variegatus*	20.VII.—24.VII. 99	4	3,45	1,94	56,25	14,062	
f	,, ,,	20.VII.—25.VII. 99	5	7,31	2,82	39,16	7,83	

Wie wir bei Besprechung der Austrocknungsversuche mit den Nacktschnecken fanden, verliert eine kleinere Schnecke in einer gewissen Zeit relativ mehr Wasser als eine größere ihrer Art, mit der sie unter denselben Bedingungen ausgetrocknet wird.

Aus diesem Grunde habe ich nicht nur solche Nacktschnecken zum Vergleich mit den Gehäuseschnecken herangezogen, die annähernd dasselbe Gewicht hatten wie diese, sondern auch größere, schwerere Tiere.

Um die Aufhänge- und Schutzhäute vor Zerstörung zu bewahren, habe ich die Gehäuseschnecken während einer Austrocknungsperiode nicht von ihrer Unterlage abgehoben.

Der Übersicht wegen habe ich die Versuchsergebnisse in der beigegebenen Tabelle zusammengestellt. Die Gehäuseschnecke steht immer an erster Stelle der zu vergleichenden Tiere und ist mit „a" bezeichnet. Es wurde von jeder Art nur eine Gehäuseschnecke zum Vergleich herangezogen, weil die Verhältniszahlen im großen und ganzen dieselben waren und ich andernfalls mehrere Tabellen hätte beigeben müssen.

Der Berechnung des relativen Wasserverlustes ist das Gewicht des unbeschalten Schneckenkörpers zugrunde gelegt.

An der Tabelle wird auffallen, daß ich die Austrocknungsversuche nicht mit allen Schnecken an demselben Tage begonnen und dann gleichlang fortgesetzt habe. Es war dies aus folgenden Gründen nicht gut möglich:

a) Weil die Nacktschnecken, besonders die kleineren, so rasch austrocknen, daß sie oft schon nach 24 Stunden oder spätestens nach einigen Tagen an der Grenze angelangt sind, an der sie ohne Wasserzufuhr absterben würden;

b) weil bei den Gehäuseschnecken die Wirkung der Schutzhäute gegen Wasserverdunstung nur dann ermittelt werden kann, wenn man die Tiere längere Zeit ungestört läßt. So lange aber kann man die meisten Nacktschnecken nicht austrocknen, weil sie schon vorher zugrunde gingen. Würde man die Gehäuseschnecken aber nur einige Tage lang austrocknen, so würde die Wirkung der Schutzhaut nicht zur Geltung kommen, weil die Tiere, um eine solche Haut zu erzeugen, so viel wasserreichen Schleim auspressen, daß nach dessen Austrocknung schon dadurch eine merkliche Gewichtsverminderung eintritt, ganz abgesehen davon,

daß wasserreiche Gehäuseschnecken, die man zwecks Gewichtsbestimmung vor Beginn der Austrocknungsversuche von ihrer Unterlage abheben muß, auskriechen und dadurch einen nicht unbedeutenden Gewichtsverlust herbeiführen.

Würde sich also die Austrocknungsperiode auf nur wenige Tage beschränken, so würde die mittlere tägliche Verdunstungsgröße durch die genannten Gewichtsverluste merklich beeinflußt werden, während dies bei längerer Versuchsdauer nicht der Fall ist.

Da ich die Wirkung der Schutzhäute ermitteln wollte, und es deshalb unmöglich war, die Austrocknungsdauer in allen Fällen auf eine bestimmte Zeit zu beschränken, bzw. auszudehnen, habe ich den Vergleichen den mittleren täglichen Gewichtsverlust der Schnecken zugrunde gelegt.

In bezug auf das Austrocknungstempo sollen folgende Gehäuseschnecken mit den Nacktschnecken verglichen werden:

1. *Succinea putris*,
2. *Helix arbustorum* und
3. *Helix nemoralis*.

Succinea putris

trocknet verhältnismäßig sehr rasch aus. Es ist dies darauf zurückzuführen, daß ihr Gehäuse eine relativ große Mündung besitzt, und daß sich die Schnecke nicht so tief in ihr Haus zurückziehen kann, wie das die übrigen Schalenträger bei eintretender Trockenheit zu tun pflegen. Immerhin aber bietet das Gehäuse einen nicht unbedeutenden Schutz gegen die Wasserverdunstung, wie folgendes Beispiel dartut:

Im Juli 1898 erfuhr eine *Succinea putris* in 3 Tagen einen Gewichtsverlust von 27,05%, während annähernd gleichschwere *Limax agrestis* und *Limax tenellus* in derselben Zeit 59,99 und 62,91% ihres Gewichtes einbüßten.

Die mittlere tägliche Verdunstung betrug:

bei *Succinea putris*	=	9,00%,
„ *Limax agrestis*	=	19,99%,
„ „ *tenellus*	=	20,97%,
„ „ *arborum*	=	51,82%.

Die genannten Nacktschnecken trockneten also 2 bis 5mal rascher aus als *Succinea putris*.

Die Versuche haben weiter ergeben, daß sämtliche Nacktschnecken der kleineren Arten (*Limax agrestis*, *L. tenellus*, *L. arborum*, *Arion hortensis* und *Ar. bourguignati*) 2 bis 3mal so rasch austrocknen als *Succinea putris*, deren Gehäuse trotz seiner weiten Mündung also doch einen ganz bedeutenden Schutz gegen die Wasserverdunstung bietet.

Von den Nacktschnecken größerer Arten habe ich *Limax variegatus*, *Limax cinereus* und *Arion empiricorum* mit *Succinea putris* verglichen. Dabei ergab sich:

a) Sämtliche junge Nacktschnecken größerer Arten trocknen rascher aus als *Succinea putris*, selbst dann, wenn sie 4mal schwerer sind als diese.

b) *Limax variegatus* vom 10fachen Gewichte einer *Succinea putris* erleiden infolge Trockenheit relativ denselben Wasserverlust wie diese, während 6 g schwere *Limax cinereus* und *Arion empiricorum* in derselben Zeit relativ weniger Wasser verlieren als die schwersten *Succinea putris*.

c) Unter denselben Bedingungen sind erwachsene *Limax cinereus*, *L. cinereoniger* und *Arion empiricorum* ausdauernder gegen Trockenheit als die beschalte *Succinea putris*.

Helix arbustorum,

die zu Beginn des Versuches sehr wasserreich waren, wurden vom 23. Juni bis 31. Juli 1899, also 38 Tage lang, ausgetrocknet. Gestört wurden die Tiere während dieser Zeit nicht, um sie nicht zum Auskriechen zu veranlassen. Nach Beendigung des Versuches konnte ich feststellen, daß die Schnecken hinter der Aufhängehaut eine Schutzhaut gebildet hatten.

Zum Vergleich mit *H. arbustorum* wurde *Arion empiricorum* herangezogen, weil er unter gleichen Bedingungen langsamer austrocknet als die übrigen Nacktschnecken.

Die Gewichtsverminderungen betrugen:

a) bei einem 20,43 g schweren *Arion empiricorum* in 12 Tagen 31,71%, also täglich 2,64%,

b) bei einem 14,97 g schweren *Ar. emp.* in 13 Tagen 47,49%, also täglich 3,46%,

c) bei einem 2,98 g schweren *Ar. emp.* in 6 Tagen 63,42%, also täglich 10,57%,

d) bei einer 2,95 g schweren *Helix arbustorum* in 38 Tagen aber nur 18,64%, also täglich nur **0,490**%.

Relativ genommen betrug der mittlere tägliche Wasserverlust bei *Helix arbustorum* nur $^1/_5$ von dem eines 7mal schwereren und nur $^1/_{21}$ von dem eines ihr im Gewichte gleichstehenden *Ar. emp.* Zeigt sich schon hier in auffallender Weise, wie sehr die Wasserverdunstung durch das Gehäuse und die Schutzhäute reduziert werden kann, so ist das in noch weit höheren Maße der Fall bei

Helix nemoralis,

die ich vom 7. Juli bis 4. September 1899 austrocknete. Die Tiere waren sehr wasserreich und gaben während der Versuche, die sich auf 59 Tage erstreckten, keine Exkremente ab, so daß die gesamte Gewichtsverminderung auf Rechnung der Wasserverdunstung gesetzt werden darf. Dasselbe war der Fall bei einer Anzahl *Limax variegatus*, *Limax cinereus* und *Arion empiricorum*, die gleichzeitig mit *Helix nemoralis* ausgetrocknet wurden.

Am Schlusse der 59tägigen Austrocknungsperiode konnte festgestellt werden, daß die meisten *Helix nemoralis* hinter der Aufhängehaut eine starke Schutzhaut angelegt hatten, daß sie aber auch einmal ausgekrochen waren und sich einige Zentimeter weit fortbewegt hatten, was man deutlich an der hinterlassenen Schleimspur erkennen konnte. Diejenigen Tiere, die hinter der Aufhängehaut eine Schutzhaut gebildet hatten, hatten weniger Wasser verdunstet als jene, denen eine solche Haut fehlte. Da es mir darauf ankam, die Wirkung der Schutzhäute kennen zu lernen, wählte ich zu den Vergleichen mit den Nacktschnecken eine *Nemoralis* aus, die hinter der Aufhängehaut eine besonders starke Schutzhaut gebildet hatte.

Die Gewichtsverluste betrugen:

a) bei einem 20,43 g schweren *Arion empiricorum* in 12 Tagen 31,71 %, also täglich 2,64 %,

b) bei einem 14,49 g schweren *Limax cinereus* in 12 Tagen 48,59 %, also täglich 4,05 %,

c) bei einem 3,37 g schweren *Arion empiricorum* in 6 Tagen 46,19 %, also täglich 7,69 %,

d) bei einem 7,31 g schweren *Limax variegatus* in 5 Tagen 39,16 %, also täglich 7,83 %,

e) bei einem 3,45 g schweren *Limax variegatus* in 4 Tagen 56,25 %, also täglich 14,062 %,

f) bei einer 3,92 g schweren *Helix nemoralis* in 59 Tagen 14,03 %, also täglich 0,238 %.

Bei *Helix nemoralis* betrug der mittlere tägliche Wasserverlust nur den **32. Teil** von dem eines gleichschweren *Arion empiricorum*, nur den **59. Teil** von dem eines gleichschweren *Limax variegatus*, nur den **17. Teil** von dem eines 3½mal so schweren *Limax cinereus* und nur den **11. Teil** von dem eines 5mal so schweren *Arion empiricorum*.

Die Versuchsergebnisse zeigen in auffallender Weise, wie sehr die Wasserverdunstung durch das Gehäuse und die Schutzhäute reduziert wird, wie vorzüglich die Gehäuseschnecken also durch die genannten Gebilde gegen Trockenheit geschützt sind.

In ebenso auffallender Weise zeigen die Versuche aber auch, daß eine kleinere Nacktschnecke unter denselben Bedingungen in einer bestimmten Zeit relativ mehr Wasser verliert, also rascher austrocknet, als eine größere ihrer Art, und daß *Limax variegatus* in derselben Zeit doppelt so viel Wasser durch Verdunstung abgibt als ein gleichschwerer *Arion empiricorum*, oder ebensoviel als ein nur halb so großer *Arion empiricorum*.

Daß bei kleineren Nacktschnecken unter denselben Bedingungen in einer bestimmten Zeit mehr Wasser verdunstet als bei größeren ihrer Art, hängt, wie bereits erwähnt, damit zusammen,

daß sie eine relativ größere Oberfläche haben als ihre größeren Artgenossen. Daß aber ein *Limax variegatus* unter denselben Bedingungen rund doppelt so rasch austrocknet als ein gleichschwerer, und ebenso rasch als ein nur halb so schwerer *Arion empiricorum*, ist darauf zurückzuführen, daß der *Empiricorum* einen dickeren und derberen Hautmuskelschlauch hat als der *Variegatus*.

3. Einfluß des Verhaltens der Gehäuseschnecken während der Austrocknungsversuche auf ihr Körpergewicht.

Ehe ich zu den systematischen Austrocknungsversuchen übergehe, möchte ich an einigen Beispielen dartun, wie sich die Gehäuseschnecken während der Austrocknung verhalten, und wie ihr Körpergewicht durch dieses Verhalten beeinflußt wird.

Von einer Anzahl *Helix nemoralis*, die zu Beginn der Austrocknungsversuche viel Wasser besaßen, habe ich zwei fast gleichschwere Tiere ganz besonders scharf beobachtet. Da ihr Verhalten nicht uninteressant war, und ein Vergleich beider Tiere deutlich erkennen läßt, wie sehr das Körpergewicht durch die Lebensäußerungen der Schnecken beeinflußt wird, will ich sie einer eingehenden Besprechung unterziehen.

Ich bezeichne die beiden Schnecken als *Nemoralis 1* und *2*. Erstere wog zu Beginn des Versuches 3,505 g und — wie ich später feststellte — nach Abzug des Gehäuses mit 0,672 g noch 2,833 g, während die andere mit dem Haus 3,490 g und ohne dieses 2,668 g wog. Das Gehäuse war 0,822 g schwer.

Ausgetrocknet wurden die Tiere vom 15. August bis 25. Dezember 1899, also 132 Tage lang, in mit Drahtnetzen bedeckten hölzernen Kisten, die in meinem Arbeitszimmer aufgestellt waren.

Nachdem *Nemoralis 1* nach der ersten Gewichtsbestimmung in die Kiste gebracht worden war, kroch sie aus, legte in 47 Minuten einen Weg von 80 cm zurück, blieb dann ruhig sitzen und zog ihren Körper ins Gehäuse ein. Nun wurde sie abgenommen und abermals gewogen. Dabei ergab sich, daß sie in den 47 Minuten einen Gewichtsverlust von 0,069 g erlitten hatte. Das sind **1,97** % des beschalten und **2,436** % des unbeschalten Körpers.

Nemoralis 2 legte, als sie nach der Gewichtsbestimmung in die Kiste gebracht worden war, in 16 Minuten einen Weg von

40 cm zurück und reduzierte dabei ihr Gewicht um 0,020 g oder **0,573** % in bezug auf den beschalten oder um **0,75** % in bezug auf den unbeschalten Körper.

Von nun an beziehen sich alle prozentualen Angaben auf den unbeschalten Schneckenkörper.

Mit Rücksicht auf die folgenden Gewichtsbestimmungen und die damit verbundene Entfernung der Aufhänge- und Schutzhäute zerfällt die Gesamtdauer der Austrocknung in 6 Perioden.

Erste Austrocknungsperiode.

15. bis 24. August = 9 Tage.

Nachdem die Schnecken nach der zweiten, am 15. August vorgenommenen Gewichtsbestimmung in ihre Kisten zurückgebracht und so gelegt worden waren, daß die Gehäuseöffnung nach oben gekehrt war, krochen sie aus.

Nemoralis 1 legte einen Weg von 20 cm zurück, setzte sich dann mittelst einer Aufhängehaut fest, kroch in der Nacht vom 18. zum 19. August wieder aus, bewegte sich 14 cm weit fort, setzte sich dann wieder fest und erzeugte — was ich am 24. August konstatierte — hinter der Aufhängehaut eine Schutzhaut. Im ganzen hatte die Schnecke während der ersten Austrocknungsperiode einen Weg von **34** cm zurückgelegt. Um die Ortsveränderungen genau bestimmen zu können, zog ich um die Schnecken, sobald sie sich festgesetzt hatten, einen Kreis mit einem Farbstift. Den nach abermaligem Auskriechen zurückgelegten Weg erkannte man an der Schleimspur, die von dem Kreis ausging und zum neuen Standort der Schnecke führte.

Nemoralis 2 bewegte sich nur 5 cm weit fort und setzte sich dann mittelst einer Aufhängehaut fest; aber in der Nacht vom 17. zum 18. August kroch sie wieder aus, legte einen Weg von 13 cm zurück, setzte sich dann fest und blieb an diesem Platze sitzen, bis ich sie am 24. August behufs Gewichtsbestimmung abnahm. Eine Schutzhaut hatte sie hinter der Aufhängehaut nicht erzeugt. Im ganzen hatte die Schnecke während der ersten Austrocknungsperiode einen Weg von 18 cm zurückgelegt.

Der Gewichtsverlust, den die Tiere während der ersten Austrocknungsperiode erlitten, betrug:

bei *Nemoralis 1* = 0,526 g oder **18,566** %,

bei *Nemoralis 2* aber nur 0,365 g oder **13,681** %.

Nemoralis 1 hatte also ihr Gewicht um **4,885** % stärker vermindert als *Nemoralis 2*, was darauf zurückzuführen ist, daß sie 16 cm weiter gekrochen war als *Nemoralis 2*, und daß sie hinter der Aufhängehaut eine Schutzhaut erzeugt hatte, zu deren Bildung wasserreicher Schleim aus dem Mantel ausgepreßt werden mußte.

In den ersten 47 Minuten hatte *Nemoralis 1* einen Weg von 80 cm zurückgelegt und dabei einen Gewichtsverlust von **2,436** % erfahren, während sie in den folgenden 9 Tagen ihr Gewicht im Durchschnitt täglich um nur **2,063** % verminderte. Auf einen Zeitraum von 47 Minuten entfielen demnach nur **0,0673** %. Die kriechende Schnecke verminderte also ihr Gewicht **36**mal so rasch als die im verschlossenen Gehäuse ruhende.

Nemoralis 2 legte in 16 Minuten einen Weg von 40 cm zurück und verminderte dabei ihr Gewicht um **0,750** %, während sie in den folgenden 9 Tagen — 15. bis 24. August —, die sie — mit einer Ausnahme — in dem mit einer Schutzhaut verschlossenen Gehäuse verbrachte, täglich einen Gewichtsverlust von 1,520 %, also in 16 Minuten einen Verlust von **0,0169** % erfuhr.

Bei *Nemoralis 2* betrug der Gewichtsverlust der kriechenden Schnecke in derselben Zeit (16 Minuten) **44**mal so viel als bei der im verschlossenen Gehäuse ruhenden.

Zweite Austrocknungsperiode.

24. August bis 18. September = 25 Tage.

Nach der Gewichtsbestimmung wurden die Schnecken am 24. August so in die Kisten gelegt, daß die schutzhautlose Mündung nach oben gekehrt war. Beide Tiere krochen aus.

Nemoralis 1 legte einen Weg von 16 cm zurück und setzte sich auf dem Kistenboden fest, während sich *Nemoralis 2* nach einem 21 cm langen Weg an der Seitenwand festsetzte. Obgleich es in der Zeit vom 24. August bis 18. September feuchtwarm war und öfters regnete, krochen die Schnecken nicht aus. Am 18. September nahm ich sie ab.

Nemoralis 1 hatte hinter der Aufhängehaut eine Schutzhaut angelegt und sich 2,5 cm vom äußeren Schalenrand zurück-

gezogen, während *Nemoralis 2* nur mit einer Aufhängehaut versehen war, sich aber auch 2,4 cm vom Schalenrand entfernt hatte.

Nemoralis 1 hatte ihr Gewicht um 0,398 g = **14,049** %, also täglich um 0,562 % vermindert.

Bei *Nemoralis 2* betrug der Gewichtsverlust 0,380 g = **14,243** %, also täglich 0,569 %.

Bei *Nemoralis 2* betrug in den 25 Tagen der Gewichtsverlust nur 0,194 % mehr als bei *Nemoralis 1*. Die relativen Gewichtsverluste beider Schnecken waren also entsprechend dem Verhalten der Tiere im großen und ganzen die gleichen.

Nemoralis 2 hatte wohl einen 5 cm längeren Weg zurückgelegt als *Nemoralis 1*, dafür aber hatte diese wasserreichen Schleim zur Bildung einer Schutzhaut abgeschieden.

Dritte Austrocknungsperiode.

18. September bis 5. Oktober = 17 Tage.

Nach der am 18. September vorgenommenen Gewichtsbestimmung wurden die Tiere abermals so in die Kisten gelegt, daß die schutzhautlosen Gehäuseöffnungen nach oben gekehrt waren.

Nemoralis 1 kroch während der dritten Periode nicht aus und bildete auch keine Schutzhaut, während *Nemoralis 2* nach 1½ Stunden ausgekrochen war, einen Weg von 19 cm zurückgelegt und sich mit einer Haut am Kistenboden festgemacht hatte. Aber trotz Regenwetters kroch auch sie während der dritten Periode nicht mehr aus; eine Schutzhaut hatte sie auch diesmal hinter der Aufhängehaut nicht erzeugt.

Vom Mündungsrand hatte sich *Nemoralis 1* 3,5 cm, *Nemoralis 2* 3,2 cm zurückgezogen.

Nemoralis 1 erfuhr während der dritten Austrocknungsperiode einen Gewichtsverlust von 0,082 g oder 2,895 %, *Nemoralis 2* einen solchen von 0,073 g oder 2,736 %.

Obgleich *Nemoralis 1* ohne jede Schutzhaut war, verlor sie in den 17 Tagen nur 0,159 % mehr an Gewicht als *Nemoralis 2*.

Darnach könnte man meinen, daß die Wirkung der Schutzhaut gegen Wasserverdunstung bedeutungslos sei. Dem ist aber nicht so.

Nemoralis 2 hatte einen 19 cm langen Weg zurückgelegt und eine Aufhängehaut erzeugt und dadurch so viel von ihrem Gewichte eingebüßt, daß die Wirkung der Aufhängehaut im Vergleich zum Gewichtsverlust der schutzhautlosen *Nemoralis 1* in der kurzen Zeit von 17 Tagen nicht zur Geltung kam. Aus diesem Grunde habe ich, wenn die Wirkung der Schutzhäute gegen Wasserverdunstung ermittelt werden sollte, die einzelnen Versuchsperioden auf einen etwas längeren Zeitraum ausgedehnt.

Vierte Austrocknungsperiode.

5. bis 22. Oktober = 17 Tage.

Nach der am 5. Oktober vorgenommenen Gewichtsbestimmung wurden die schutzhautlosen Tiere abermals mit nach oben gekehrter Mündung in die Kisten gelegt.

Nemoralis 1, die sich 3,5 cm tief in ihr Gehäuse zurückgezogen hatte, kroch — im warmen Zimmer — während eines Regens am 7. Oktober aus, bewegte sich aber nicht vom Platze, sondern zog sich, nachdem ihr Fuß den Boden erreicht und sie sich aufgerichtet hatte, wieder in ihr Gehäuse zurück und hängte sich mittelst einer Haut fest. So blieb sie trotz Regens bis zum 18. Oktober hängen. An diesem Tage legte ich einige stark duftende Schnitten einer gelben Rübe neben die Schnecke. Sie kroch aus, fraß aber nichts, sondern bewegte sich 7 bis 8 cm weit fort und setzte sich dann wieder vermittelst einer Aufhängehaut fest. Am 22. Oktober wurde sie abgenommen. Eine Schutzhaut hatte sie hinter der Aufhängehaut nicht gebildet.

Nemoralis 2 war schon 3 Stunden nach ihrem Verbringen in die Kiste ausgekrochen, hatte sich aber nicht fortbewegt, sondern am Kistenboden an der Peripherie des Kreises festgesetzt, den ich zwecks Beobachtung ihrer Fortbewegung um die Schnecke gezogen hatte. Am 22. Oktober nahm ich sie ab. Eine Aufhängehaut war vorhanden, aber eine Schutzhaut war nicht erzeugt worden.

Nemoralis 1 hatte ihr Gewicht während der 17 Tage um 0,180 g oder **6,353** % reduziert, während *Nemoralis 2* einen Gewichtsverlust von nur 0,047 g oder **1,762** % erfahren hatte.

Nemoralis 1 hatte also ihr Gewicht 3,6 mal so stark vermindert als *Nemoralis 2*. Woher kommt das? Von der Differenz im Verhalten der Tiere. *Nemoralis 2* ruhte während

der 17 Tage in ihrem Gehäuse, das durch eine Aufhängehaut abgeschlossen war, wogegen *Nemoralis 1* zwei Tage ohne Schutzhaut war, später auch einmal auskroch, sich 7 bis 8 cm weit fortbewegte und dann Schleim zur Bildung einer neuen Aufhängehaut abschied.

Fünfte Austrocknungsperiode.

22. Oktober bis 8. November = 17 Tage.

Während der fünften Austrocknungsperiode lagen beide Schnecken mit nach oben gekehrten Mündungen in den mit Drahtnetzen bedeckten hölzernen Kisten. *Nemoralis 2* kroch nicht aus und erzeugte keine Schutzhaut. *Nemoralis 1* kroch ebenfalls nicht aus; dagegen konnte nicht beobachtet werden, ob sie eine Schutzhaut gebildet hatte, da sie sich so tief in ihr Gehäuse zurückgezogen hatte, daß sie durch dessen Mündung nicht mehr zu sehen war. Ich hielt das Gehäuse gegen Lampenlicht und konnte so die Lage der Schnecke feststellen; aber von einer Schutzhaut war nichts wahrzunehmen. Allerdings ist das kein sicherer Beweis dafür, daß eine solche tatsächlich nicht vorhanden war; denn wenn sie dem Mantel unmittelbar auflag, war sie am Schattenbild nicht zu erkennen.

Die schutzhautlose *Nemoralis 2* erfuhr während der fünften Austrocknungsperiode einen Gewichtsverlust von 0,037 g oder **1,387** % ihres ursprünglichen Gewichtes, während bei *Nemoralis 1* ein Gewichtsverlust von 0,095 g oder **3,354** % festgestellt werden konnte.

Nemoralis 1 hatte also in 17 Tagen relativ **2,41** mal so viel von ihrem Gewichte eingebüßt als *Nemoralis 2*.

Hieraus erkennt man klar und deutlich, daß *Nemoralis 1* eine Schutzhaut nicht gebildet hatte, und daß sich Vorgänge abgespielt haben müssen, die nicht beobachtet werden konnten, da sich die Schnecke zu tief in ihr Gehäuse zurückgezogen hatte.

Bei den Austrocknungsversuchen mit *Helix nemoralis* und *Helix pomatia* beobachtete ich an manchen Tieren, die 44 % ihres Gewichtes eingebüßt hatten, daß der Mantel sich allmählich zurückzog, den Fuß also nur noch teilweise und schließlich gar nicht mehr deckte, und daß dann die Austrocknung unter denselben Bedingungen bedeutend rascher erfolgte als vorher.

Bei *Nemoralis 1*, die zu Beginn der fünften Austrocknungsperiode bereits 44,299% ihres Gewichtes eingebüßt hatte, mag es ähnlich gewesen sein: der Mantel hatte sich zurückgezogen; der Fuß lag teilweise frei, und deshalb reduzierte die Schnecke ihr Gewicht in derselben Zeit und unter sonst gleichen Bedingungen bedeutend stärker als *Nemoralis 2*, deren Fuß auch am Ende der fünften Periode noch vollständig vom Mantel bedeckt war.

Sechste Austrocknungsperiode.

8. November bis 25. Dezember = 47 Tage.

Obgleich *Helix nemoralis 1* zu Beginn der sechsten Austrocknungsperiode bereits 47,653% ihres Gewichtes eingebüßt hatte, konnte ich sie durch mechanische Reize, die ich mit einer in das Gehäuse eingeführten Vogelfeder ausübte, zum Auskriechen veranlassen. Es dauerte wohl sehr lange, bis sie ihren Fuß herausgeschoben hatte, aber trotzdem war sie noch fähig zu kriechen. Hätte man ihr jetzt Wasser zu trinken gegeben, so hätte sie sich sicher wieder erholt. Da ich ihr aber auch jetzt noch das Wasser vorenthielt, hängte sie sich mit einer Aufhängehaut fest, kroch nie mehr aus und zog sich 5,8 cm tief in ihr Gehäuse zurück.

Während der sechsten Austrocknungsperiode hatte *Nemoralis 1* ihr Gewicht um 0,425 g oder 15,001% vermindert. Zum Auskriechen konnte sie jetzt weder durch mechanische Reize, noch durch Eintauchen in temperiertes Wasser veranlaßt werden. Am 27. Dezember wurde das Gehäuse geöffnet. Der Fuß der Schnecke war vom Mantel nicht bedeckt; sämtliche Organe waren geschrumpft, und das Tier war tot.

Nemoralis 2 war am 8. November ebenfalls durch mechanische Reize zum Auskriechen veranlaßt worden. Sie bewegte sich aber auch nur einige Zentimeter weit fort und setzte sich dann fest, erzeugte aber, wie ich am 25. Dezember konstatieren konnte, hinter der Aufhängehaut keine Schutzhaut.

Ihr Gewichtsverlust für die sechste Periode betrug 0,098 g oder 3,673%, also nur den vierten Teil von dem der *Nemoralis 1*, deren Fuß vom Mantel nicht völlig bedeckt war.

Im ganzen hatte *Nemoralis 1* in 132 Tagen ihr Gewicht um 1,775 g oder **62,654** %, *Nemoralis 2* aber nur um 1,020 g oder **38,231** % vermindert. Bei ersterer betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust **0,4746** %, bei letzterer **0,2896** %.

Wir erkennen hieraus, wie sehr die Gewichtsverminderung, also auch die Wasserverdunstung, vom Verhalten der Schnecken abhängig ist, und daß die Ausdauer der Schnecken gegen Trockenheit nur dann ermittelt werden kann, wenn man die Tiere möglichst ungestört läßt.

Nemoralis 1 war am 25. Dezember bei einem Gewichtsverluste von **62** % tot, während *Nemoralis 2* nach weiteren 33 Tagen erst **43,103** % ihres Gewichtes eingebüßt hatte und bei der nun vorgenommenen Tränkung in einer Stunde 1,5 g Wasser zu sich nahm und dadurch das Gewicht ihres beschalten Körpers (2,340 g) um **64,102** %, das des unbeschalten Körpers (1,518 g) aber um **98,814** % erhöhte.

Die Schnecke erholte sich ganz vortrefflich und schritt im nächsten Frühling zur Kopula und Eiablage.

Eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse enthält die Tabelle S. 120, und eine übersichtliche Darstellung gibt die graphische Tafel S. 121.

4. Systematische Austrocknungsversuche mit Gehäuseschnecken.

Bei den Austrocknungsversuchen mit Gehäuseschnecken wollte ich hauptsächlich ermitteln, in welchem Tempo die Austrocknung erfolgt, und welchen Austrocknungsgrad die einzelnen Arten ohne Nachteil für ihr späteres Leben ertragen, wenn ihnen vor Eintritt des kritischen Moments eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben wird. Letzteres verlangte viele Experimente, ganz besonders bei den Arten, die gut gegen Wasserverdunstung geschützt sind, bei denen sich also die Austrocknung auf einen längeren Zeitraum erstreckt, wie z. B. bei *Helix nemoralis*, *Helix pomatia*, *Buliminus* u. a. m.

Helix nemoralis.

Ausgetrocknet vom 15. August 1899 bis 27. Januar 1900.

Datum	*Nemoralis 1.* Prozent-Faktor = 35,2982.					*Nemoralis 2.* Prozent-Faktor = 37,4812.				
	Gewicht ohne Gehäuse	Ab- — Zunahme, bezogen auf die einzelnen Wägungen		Ab- — Zunahme, bezogen auf das ursprüngliche Gewicht		Gewicht ohne Gehäuse	Ab- — Zunahme bezogen auf die einzelnen Wägungen		Ab- — Zunahme, bezogen auf das ursprüngliche Gewicht	
	g	g	%	g	%	g	g	%	g	%
1899										
15. VIII.	2,833					2,668				
15. VIII.	2,764	0,069	2,436	0,069	2,436	2,648	0,020	0,750	0,020	0,750
24. VIII.	2,238	0,526	18,566	0,595	21,002	2,283	0,365	13,681	0,385	14,430
18. IX.	1,840	0,398	14,049	0,993	35,051	1,903	0,380	14,243	0,765	28,673
5. X.	1,758	0,082	2,895	1,075	37,946	1,830	0,073	2,736	0,838	31,409
22. X.	1,578	0,180	6,353	1,255	44,299	1,783	0,047	1,762	0,885	33,171
8. XI.	1,483	0,095	3,354	1,350	47,653	1,746	0,037	1,387	0,922	34,558
25. XII.	1,058	0,425	15,001	1,775	62,654	1,648	0,098	3,673	1,020	38,231
1900										
27. I.	*Nemoralis 1* ist tot seit 25. Dez.					1,518	0,130	4,872	1,150	43,103
27. I.						3,018	1,500	56,222	0,350	13,119

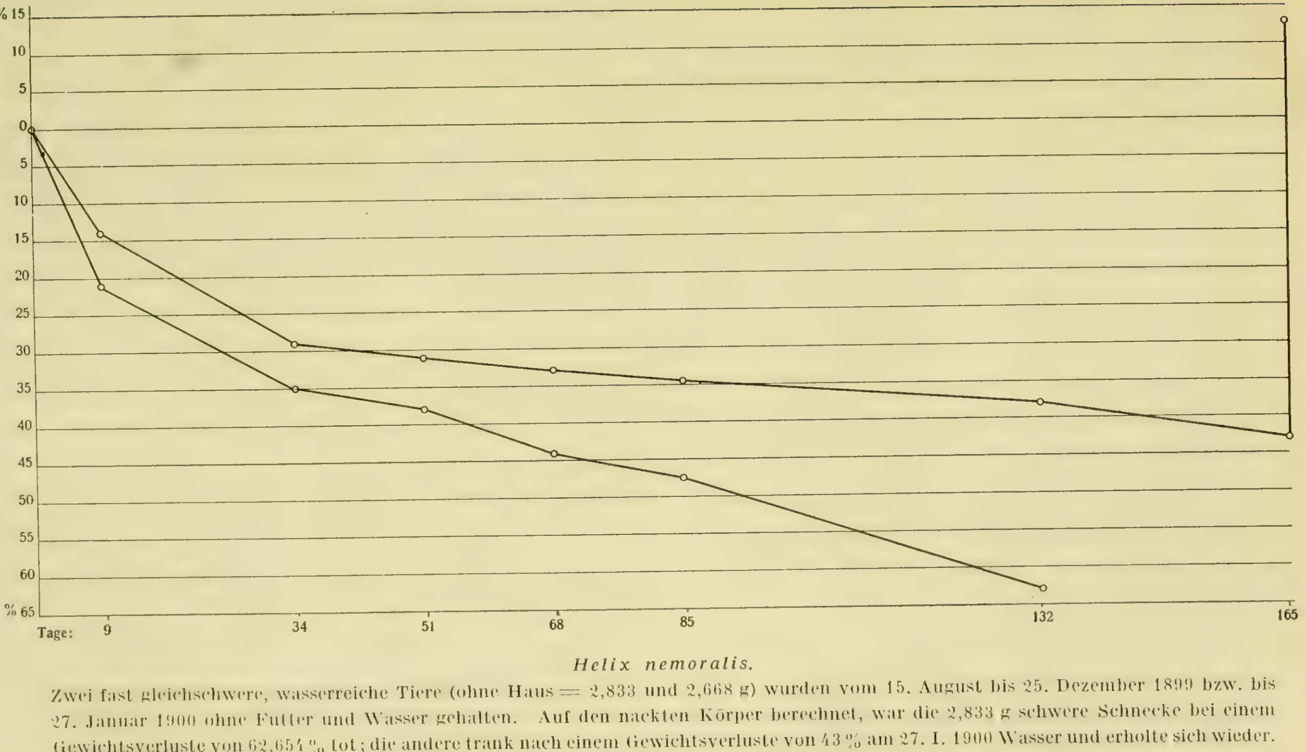
Das Gehäuse wog bei:

Nemoralis 1 = 0,672 g,

„ *2* = 0,822 g.

Die mittlere tägliche Gewichtsverminderung betrug:

15.—24. August	bei *Nemoralis 1* = 2,063%,	bei *Nemoralis 2* = 1,520 %
24. Aug.—18. Sept.	„ „ *1* = 0,562%,	„ „ *2* = 0,569 %
18. Sept.—5. Okt.	„ „ *1* = 0,170%,	„ „ *2* = 0,161 %
5. Okt.—22. Okt.	„ „ *1* = 0,374%,	„ „ *2* = 0,1037 %
22. Okt.—8. Nov.	„ „ *1* = 0,197%,	„ „ *2* = 0,0816 %
8. Nov.—25. Dez.	„ „ *1* = 0,319%,	„ „ *2* = 0,078 %



Helix nemoralis.

Zwei fast gleichschwere, wasserreiche Tiere (ohne Haus = 2,833 und 2,668 g) wurden vom 15. August bis 25. Dezember 1899 bzw. bis 27. Januar 1900 ohne Futter und Wasser gehalten. Auf den nackten Körper berechnet, war die 2,833 g schwere Schnecke bei einem Gewichtsverluste von 62,654 % tot; die andere trank nach einem Gewichtsverluste von 43 % am 27. I. 1900 Wasser und erholte sich wieder.

a) Austrocknungsversuche mit Succinea putris.

Die zur Austrocknung verwendeten wasserreichen *Succinen* wogen zu Beginn der Versuche 0,60 bis 1,16 g. Die Gehäuse waren 0,038 bis 0,060 g schwer; doch war das größere Gehäuse nicht immer auch das schwerere. So wog beispielsweise von zwei Gehäusen das kleinere 0,056 g, das größere aber nur 0,038 g. Es enthielt, was ich durch Einlegen in Essigsäure und Gewichtsbestimmung des zurückgebliebenen getrockneten Conchins nachwies, weniger kohlensauren Kalk als das kleinere Gehäuse.

Die unbeschalten Körper wogen zu Beginn der Versuche 0,562 bis 1,104 g.

Im Vergleich zu anderen Gehäuseschnecken geht die Wasserverdunstung bei *Succinea* sehr rasch vor sich. So reduzierten beispielsweise nachstehend verzeichnete *Succinen* vom 21.—25. Juli 1898, also in vier Tagen, ihr Gewicht von

0,60 g	um	0,18 g	oder	30%,
0,65 g	,,	0,22 g	,,	33,84%,
1,05 g	,,	0,24 g	,,	22,86%,

während *Helix nemoralis* unter denselben Bedingungen in vier Tagen einen Gewichtsverlust von nur 3,16 bis 6,33% und *Buliminus detritus* einen solchen von 3,83 bis 4,43% erfuhr.

In bezug auf den unbeschalten Körper ertrug *Succinea putris* einen Wasserverlust von **56** bis **61**%.

In der heißen Jahreszeit (Juli und August) war dieser Gewichtsverlust bei kleineren Individuen in 6, bei größeren in 10 Tagen erreicht. Mithin betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust **5,6** bis **9,33**%.

Unter den gegebenen Bedingungen hätten die kleineren *Succinen* der Trockenheit 6 und die größeren 10 Tage widerstehen können.

Die geringe Widerstandsfähigkeit der *Succinea putris* gegen Trockenheit hängt mit ihrem Aufenthalt an den Ufern der Gewässer und auf feuchten Wiesen zusammen und wird vor allem durch den zarten Hautmuskelschlauch, die weite Gehäuseöffnung und den Umstand bedingt, daß *Succinea* ihren Körper nicht so gut im Gehäuse bergen kann wie andere Gehäuseschnecken.

Bei hohen Wärmegraden gingen die *Succinen* zugrunde, auch wenn erst wenig Wasser verdunstet war. In der freien Natur schützen sie sich gegen Wärme und Trockenheit durch Verkriechen in die Erde.

b) Austrocknungsversuche mit Helix arbustorum.

Von *Helix arbustorum* habe ich in den Jahren 1898 bis 1900 alljährlich 2—3 Serien von je 20—30 Exemplaren ausgetrocknet. Hier sollen die wichtigsten Ergebnisse mitgeteilt werden.

Die Tiere der ersten Serie, die einem Walde der Rheinebene bei Karlsruhe entnommen waren, wogen zu Beginn des Versuches mit Gehäuse = 1,85 bis 2,36 g. Die Gehäuse waren 0,41 bis 0,57 g schwer. Die unbeschalten Schnecken wogen 1,44 bis 1,91 g.

Die Versuche begannen am 2. August 1898 und wurden bis zum 4. Januar 1899 fortgesetzt.

Vom 2. bis 8. August wurden die Tiere täglich gewogen, also auch täglich ihrer Aufhängehäute bzw. Schutzhäute beraubt und so zum Auskriechen veranlaßt, weshalb die Gewichtsverminderung auch eine recht ansehnliche war. In Berechnung auf den beschalten Schneckenkörper betrug sie in den ersten sechs Tagen 12,81 bis 21,61 %, also täglich 2,143 bis 3,601 %, und in bezug auf den unbeschalten Körper 15,91 bis 27,78 %, also täglich 2,651 bis 4,63 %.

In den folgenden 16 Tagen (8.—24. August 1898), in denen die Schnecken nur alle vier Tage gestört und gewogen wurden, betrugen die Gewichtsverluste in Berechnung auf die beschalten Tiere 5,93 bis 17,71 %, also täglich 0,370 bis 1,107 %, und in bezug auf die unbeschalten Tiere 7,821 bis 22,222 %, also täglich 0,489 bis 1,389 %.

Man erkennt hieraus in auffallender Weise, wie sehr die Gewichtsverminderung beschleunigt wird, wenn man die Schnecken öfters stört und zum Auskriechen veranlaßt.

In den ersten 22 Tagen (2.—24. August) hatten die *Arbustorum* ihr Gewicht in Berechnung auf die beschalten Tiere um 21,60 % bis 32,29 %, also täglich um 0,981 bis 1,468 %, in Berechnung auf den unbeschalten Körper aber um 27,43 bis 40,52 %, also täglich um 1,247 bis 1,842 % vermindert.

Im großen und ganzen erfuhren die kleineren Schnecken einen relativ größeren Gewichtsverlust als die größeren; aber so scharf wie bei den Nacktschnecken kam dies, wegen der den Gehäuseschnecken zu Gebote stehenden Schutzmittel, hier nicht zum Ausdruck; ja, es zeigte sich sogar öfters, daß eine größere Schnecke

in einer bestimmten Zeit relativ mehr von ihrem Gewichte einbüßte als eine kleinere.

Da einige Versuchstiere nach einer Austrocknungsdauer von 22 Tagen schon 32% ihres Gewichtes eingebüßt hatten, wurden die Schnecken am 24. August 1898 getränkt.

Dabei erreichten viele wieder ihr ursprüngliches Gewicht, während andere um eine Kleinigkeit hinter demselben zurückblieben und nur eine einzige Schnecke es um 13,56% überschritt.

Dies beweist, daß die Schnecken fast ausnahmslos zu Beginn der Austrocknungsversuche sehr wasserreich waren.

Nach der Tränkung am 24. August 1898 wurde die Austrocknung so lange fortgesetzt, bis die Schnecken in Berechnung auf den beschalten Körper **40,53** bis **51,70**% und — wie ich später feststellte — in Berechnung auf den unbeschalten Körper **52** bis **58**% ihres ursprünglichen Gewichtes eingebüßt hatten.

Auch dieser Austrocknungsgrad wurde ertragen; dagegen gingen diejenigen Tiere, die stärker ausgetrocknet wurden, zugrunde.

Einen Gewichtsverlust von 65%, bei dem sich die *Arionen* wieder erholten, wenn sie Wasser zu trinken bekamen, ertrug *Helix arbustorum* also nicht.

Mit einer zweiten Serie wurden die Austrocknungsversuche am 19. August 1899 begonnen.

Waren die Tiere bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet, so wurden sie getränkt und dann wieder ausgetrocknet, weil ich feststellen wollte, wie lange *Helix arbustorum* hungern kann.

Gesammelt hatte ich die Schnecken im Schloßgarten zu Durlach bei Karlsruhe. Nach der Tränkung wogen die eingebrachten beschalten Tiere zu Beginn des Versuchs 3,48 bis 4,13 g. Die Gehäuse hatten ein Gewicht von 0,475 bis 0,560 g, die unbeschalten Körper demnach ein solches von 2,943 bis 3,590 g. Die Schnecken waren aber nicht nur schwerer, sondern auch größer als die in der Rheinebene bei Karlsruhe gesammelten erwachsenen *Helix arbustorum.*

Während der ersten 38 Tage (19. August bis 26. September 1899) reduzierten die Schnecken ihr Gewicht:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um 33,89 bis 42,86 %, also täglich um 0,892 bis 1,128 %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um 40,09 bis 49,30 %, also täglich um 1,055 bis 1,297 %.

Die Gewichtsbestimmungen wurden anfänglich alle 4 bis 5 Tage vorgenommen. Später erfolgten sie in Zwischenräumen von 20 bis 48 Tagen.

Vom 19. August 1899 bis 20. März 1900 wurde *Helix arbustorum* 4 bis 5mal ausgetrocknet und getränkt. Abgesehen von den Tieren, die infolge Vertrocknung starben, da ihnen nicht rechtzeitig Wasser gegeben wurde, starb *Helix arbustorum* nach 6 bis 7 Monaten, jedoch nicht infolge übermäßigen Wasserverlustes, sondern aus Hunger.

Helix arbustorum konnte 6 bis 7 Monate hungern, obgleich sie in der wärmeren Jahreszeit häufig und auch während der Winterruhe dreimal gestört und zu neuer Lebenstätigkeit angeregt wurde.

Hohe Wärmegrade erträgt *Helix arbustorum* nicht gut. Wie die Nacktschnecken und *Succinea putris*, so stirbt auch sie bei Temperaturen ab, bei denen andere Gehäuseschnecken — wie *Helix pomatia*, *Helix nemoralis*, *Helix hortensis*, *Buliminus detritus* — keinen Schaden erleiden.

Bei einer dritten Serie, die vom 23. Juni bis 7. November 1899, also 137 Tage lang ausgetrocknet wurde, wollte ich ermitteln, in welcher Zeit *Helix arbustorum* an der Grenze der Lebensfähigkeit anlangt, wenn man sie möglichst ungestört läßt. Aus diesem Grunde wurden die Tiere auch nur dann ihrer Schutzhäute beraubt, wenn ich feststellen mußte, ob sie noch lebten. Es geschah dies am 38., am 73. und am 102. Tage der Austrocknung.

Eingesammelt wurden die Schnecken am 21. Juni 1899 auf dem Steinsfirst bei Gengenbach im badischen Schwarzwald, wo sie in einer Höhe von etwa 500 m an mit Moos und Farnkräutern bewachsenen Stellen massenhaft vorkamen, während sie im Strohbachtal, das am Fuße des Berges hinzieht, vollständig fehlten. Massenhaft aber fanden sich an letzterem Orte *Arion empiricorum* und *Limax agrestis*.

Nachdem ich die gesammelten *Helix arbustorum* zwei Tage lang ohne Futter gehalten und getränkt hatte, begann die Austrocknung.

Zu Beginn der Versuche wogen die Schnecken
mit Gehäuse = 2,20 bis 3,43 g,
ohne Gehäuse = 1,85 bis 2,95 g.
Die Gehäuse waren 0,35 bis 0,48 g schwer.

Die Gewichtsverminderung betrug:

1. Nach 73 Tagen 0,78 bis 1,02 g oder
   a) in Berechnung auf die beschalten Körper 29,73 bis 35,45 %, also täglich 0,407 bis 0,485 %,
   b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper 34,576 bis 42,162 %, also täglich 0,473 bis 0,578 %.
2. Nach 102 Tagen 0,99 bis 1,33 g oder
   a) in Berechnung auf den beschalten Körper 38,77 bis 44,99 %, also täglich 0,380 bis 0,441 %,
   b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper 45,08 bis 53,51 %, also täglich 0,442 bis 0,524 %.

Nach 137 Tagen waren sämtliche Schnecken tot, manche sogar schon vertrocknet.

Hätte man ihnen nach 102 Tagen Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben, so wären sie wohl am Leben geblieben.

Helix arbustorum konnte also trotz der Sommerwärme 102 Tage oder rund 3 ½ Monate lang hungern und dürsten.

Die Austrocknungsversuche mit *Helix arbustorum* haben also ergeben:

1. Bei hohem Wassergehalt konnte *Helix arbustorum* in bezug auf ihren unbeschalten Körper **54** bis 58 % ihres Gewichtes an Wasser verlieren, ohne Schaden zu nehmen, wenn ihr hierauf Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben wurde.

Wasserreiche *Helix arbustorum* ertragen also einen Wasserverlust von 54 bis 58 % ihres Körpergewichtes.

2. Durch Entfernung der Aufhänge- bzw. Schutzhäute konnte *Helix arbustorum* in ihrer Ruhe gestört und zum Auskriechen veranlaßt werden.

3. Wurde *Helix arbustorum* während der wärmeren Jahreszeit täglich gestört, so betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust **1,8** bis **2**%, und die Tiere waren fähig, der Trockenheit **27** bis **32** Tage, im Durchschnitt also **30** Tage, zu widerstehen.

4. Wurde *Helix arbustorum* in der wärmeren Jahreszeit nur alle **4** bis **5** Tage gestört, so betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust **1,055** bis **1,297**%. In diesem Fall konnten die Tiere der Trockenheit **42** bis **55** Tage, im Durchschnitt also **46** Tage widerstehen.

5. Wurde *Helix arbustorum* während der ganzen Austrocknungsdauer nur zweimal gestört, so betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust **0,442** bis **0,524**%, und die Ausdauer der Tiere gegen Trockenheit erstreckte sich auf **103** bis **131** Tage oder auf **drei** bis **vier** Monate.

6. Stand *Helix arbustorum* zur gegebenen Zeit Wasser zur Verfügung, so konnte sie **6** bis **7** Monate hungern, obgleich sie während der heißen Jahreszeit häufig und während der Winterruhe dreimal gestört und zu neuer Lebenstätigkeit angeregt wurde.

c) Austrocknungsversuche mit Helix nemoralis.

Erste Serie.

Die erste Serie, bestehend aus 30 *Helix nemoralis*, wurde vom 6. Juli 1898 bis 20. März 1899 abwechslungsweise verschieden weit ausgetrocknet und dann wieder getränkt. Es war das nötig, weil ich den Austrocknungsgrad, den *Helix nemoralis* erträgt, erst suchen mußte.

Gesammelt hatte ich die Schnecken am 5. Juli 1898 bei großer Trockenheit und Wärme am Turmberg bei Durlach, wo sie sich an den Blättern eines Gebüsches vermittelst einer gut schließenden Aufhängehaut festgesetzt hatten.

Sämtliche Schnecken waren erwachsen. Ihr Gewicht schwankte zwischen 2,21 und 3,16 g und das ihrer Gehäuse zwischen 0,601 und 0,820 g.

Nach der am 2. August 1898 vorgenommenen ersten Tränkung wogen die Schnecken 2,99 bis 4,14 g. Sie hatten also ihr ursprüngliches Gewicht in bezug auf den beschalten Körper um 21 bis 35% und in bezug auf den unbeschalten Körper um 27 bis 45% erhöht.

Bei den folgenden Tränkungen, die in Zwischenräumen von 34, 44, 48 und 55 Tagen vorgenommen wurden, blieben die Schnecken etwas hinter dem Gewichte zurück, das sie bei der ersten, an einem heißen Sommertage gebotenen Trinkgelegenheit erreicht hatten, überschritten aber jedesmal ihr ursprüngliches Gewicht immerhin noch um 15 bis 20%.

Man erkennt daraus, daß die bei Trockenheit gesammelten Tiere einen nur mäßigen Wassergehalt hatten, und daß man bezüglich des Wasserverlustes, den *Helix nemoralis* zu ertragen vermag, nur dann zutreffende und zum Vergleich brauchbare Resultate erhält, wenn man den Schnecken vor Beginn der Austrocknungsversuche Gelegenheit zum Wassertrinken gibt.

Exkremente hatte *Helix nemoralis* weder in der Nacht nach dem Einbringen in die Gefangenschaft noch nach erfolgter Wasseraufnahme abgegeben. Mithin hatten die Schnecken während der letzten im Freien verbrachten Tage keine Nahrung zu sich genommen. Durch Trockenheit und Wärme waren sie in Lethargie verfallen.

Legen wir unseren Berechnungen das Gewicht zugrunde, das die Schnecken nach der ersten Tränkung hatten, und beziehen wir die Gewichtsverluste auf den unbeschalten Körper, so ergibt sich:

1. Die bei großer Trockenheit und Wärme gesammelten *Helix nemoralis* hatten beim Einbringen in die Gefangenschaft **21** bis **36**% ihres Gewichtes an Wasser verloren.

2. Bei einem Wasserverluste von **46** und **48**% erholte sich *Helix nemoralis* wieder ganz vorzüglich, wenn ihr Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben wurde.

Nachdem die Schnecken **7** bis **8** Monate gehungert und am 22. Februar nochmal relativ viel Wasser getrunken hatten, gingen diejenigen von ihnen, die auch

jetzt noch kein Futter erhielten, Ende Februar bis Mitte März 1899 zugrunde; sie waren verhungert.

Wären die *Nemoralis* während des Winters nicht im geheizten Zimmer gehalten und durch Wasserzufuhr wiederholt in ihrer Winterruhe gestört und zu neuer Lebenstätigkeit angeregt worden, so hätten sie, wie Serie II und III dartun, bedeutend länger hungern können.

Zweite Serie.

60 erwachsene *Helix nemoralis* wurden am 14. Oktober 1898 gesammelt und dann ohne Futter und Wasser in einer mit einem Drahtnetz bedeckten hölzernen Kiste im offenen Speicher untergebracht. Bis zum 21. Oktober hatten sämtliche Schnecken die Gehäusemündung mit einer kalkhaltigen Schutzhaut, also mit einer Art Epiphragma, verschlossen.

Am 24. Oktober 1898 wurden die Schnecken numeriert und gewogen und dann bis zum 16. Mai 1899, also rund 7 Monate lang, ungestört im Speicher belassen.

Ausgekrochen waren die Schnecken, so viel man sehen konnte, seit 24. Oktober 1898 nicht mehr.

Bei der am 16. Mai 1899 vorgenommenen Wägung ergab sich, daß die Schnecken in der Zeit vom 24. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899, also in 204 Tagen, ihr Gewicht vermindert hatten:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um 7,77 bis 8,12 %, also täglich um 0,038 bis 0,040 %, und, wie ich später feststellte,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um 10,17 bis 11,78 %, also täglich um 0,050 bis 0,058 %.

Fünf Tiere — sie hatten Gewichtsverluste von 20—30 % erlitten — waren während des Winters eingegangen, doch nicht infolge Austrocknens und Futtermangels, sondern, wie ich auf Grund meiner bei den Zuchtversuchen gemachten Erfahrungen annehmen muß, aus Altersschwäche. Sie waren eines natürlichen Todes gestorben.

Die noch lebenden 55 *Helix nemoralis* hatten hinter dem Epiphragma in größeren und kleineren Abständen je 3 bis 4 Schutzhäute gebildet, nach deren Entfernung die Schnecken auskrochen.

Von nun an wurden die Tiere in Einzelhaft gehalten. Ich brachte sie in den bekannten, mit siebartig durchlöchertem Deckel versehenen Blechschachteln unter und verwahrte sie auf einem im Vorraum meiner Wohnung aufgestellten Bücherschaft.

Zwanzig der in Rede stehenden *Helix nemoralis*, die ich als Gruppe I bezeichne, wurden am 16. Mai 1899 getränkt, während die übrigen 25 Stück, die ich Gruppe II nenne, erst am 20. Juli 1899 — also 65 Tage später — Wasser erhielten.

Gruppe I.

Die *Nemoralis* der ersten Gruppe wurden unmittelbar nach dem Erwachen aus dem Winterschlafe getränkt. Sie nahmen je 1,20 bis 1,57 g Wasser zu sich und erhöhten dadurch das Gewicht ihres beschalten Körpers um 49 bis 55%, das des unbeschalten Körpers aber um 68 bis 79%.

Ihr Gewicht vom 24. Oktober 1898, also das Gewicht, das sie nach erfolgter Eindeckelung zur Winterruhe besaßen, überschritten die *Nemoralis* infolge Wassertrinkens:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um 36 bis 45%,
b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um 50 bis 59%.

Nehmen wir an — und das darf man auf Grund meiner Beobachtungen —, daß *Helix nemoralis* im Sommer 1898 zu gewissen Zeiten ebenso wasserreich war wie nach der am 16. Mai 1899 stattgehabten Tränkung, so hatte sie, wie nachstehende Beispiele zeigen, bis zum Eintritt der Winterruhe durch Wasserabgabe ihr Gewicht vermindert:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um **26** bis **30**%, und
b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um **33** bis **37**%.

Während meiner Zuchtversuche mit *Helix nemoralis* und *Helix pomatia* habe ich bei den im Freien und in ungeheizten trockenen Räumen gehaltenen Tieren beobachtet, daß sie bei Eintritt der kühleren Jahreszeit nur wenig oder kein Futter mehr zu sich nehmen, träge umherkriechen und dann ihre Winterquartiere aufsuchen. Nach erfolgter Eindeckelung hatten die Schnekken vom Gewicht ihres wasserreichen, beschalten Körpers 30 und mehr Prozent eingebüßt.

TABELLE
über Gewichtsverluste wasserreicher *Nemoralis* vor Beginn der Winterruhe.

Helix nemoralis Nr.	Gewicht des wasserreichen Tieres		Gewicht nach der Eindeckelung zur Winterruhe		Gewichtsverlust		
					in g	in %	
	beschalt in g	unbeschalt in g	beschalt in g	unbeschalt in g		beschalt	unbeschalt
1	3,44	2,71	2,43	1,70	1,01	29,36	37,26
2	3,66	2,903	2,68	1,923	0,980	26,77	33,75
3	4,03	3,306	2,818	2,094	1,212	30,07	36,67
4	4,70	3,87	3,40	2,57	1,30	27,66	33,59

Verursacht wurde diese bedeutende Gewichtsverminderung:

1. durch Entleerung des Darmes,
2. durch Wasserverdunstung während des Umherkriechens, und
3. durch Schleimabsonderung beim Eingraben in die Erde.

Helix nemoralis und *Helix pomatia* haben also zu Beginn der Winterruhe einen nur mittleren Wassergehalt, und das ist, wie wir später sehen werden, von Bedeutung für ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Winterkälte.

Bis zum 15. August 1899, also nach 90 Tagen oder 3 Monaten, hatten sämtliche *Helix nemoralis* der Gruppe I den Gewichtszuwachs, den sie infolge Wassertrinkens am 17. Mai 1899 erfahren hatten, wieder eingebüßt.

Am 4. September 1899 waren 3 Schnecken der Gruppe I tot. In bezug auf das Gewicht, das sie nach stattgehabter Tränkung am 17. Mai 1899 besaßen, hatten sie nur 30 bis 35% eingebüßt. Mithin waren sie nicht infolge zu großen Wasserverlustes sondern aus Hunger oder aus Altersschwäche eingegangen.

Da die übrigen *Nemoralis* der Gruppe I bei Gewichtsverlusten von 50 und 51% infolge mechanischer Reize noch auskrochen, ist anzunehmen, daß die drei eingegangenen Schnecken aus Altersschwäche, also eines natürlichen Todes gestorben sind.

Bei Gewichtsverlusten von 56 und 58 % (in bezug auf den wasserreichen, unbeschalten Körper) waren am 3. bzw. 24. Oktober 1899 sämtliche *Nemoralis* der Gruppe I tot. Sie waren infolge Wasserverlustes eingegangen. Der hintere Teil ihres Fußes war vertrocknet, nicht aber dessen Vorderteil. Es ist das darauf zurückzuführen, daß der Mantelrand, als er ziemlich viel Wasser durch Verdunstung verloren hatte, sich gegen die Schale zurückzog und den Hinterfuß nicht mehr bedeckte, weshalb dieser rascher austrocknete als der unter ihm liegende und tiefer ins Gehäuse zurückgezogene Vorderfuß.

Gehungert hatten die Nemoralis der Gruppe I rund ein Jahr, und gedürstet hatten sie vom 14. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899 = 7 Monate, und dann wieder vom 17. Mai 1899 bis zu ihrem Tode, also nochmals 4 bis 5 Monate.

Nach der am 17. Mai erfolgten Wasseraufnahme waren die Tiere ihrer Schutzhäute beraubt und dadurch zum Auskriechen veranlaßt worden: am 10. Juni, 20. Juli, 4. September und 3. Oktober, also in Zwischenräumen von 24, 40, 46 und 29 Tagen. Ohne diese Störungen — sie waren notwendig, weil ich feststellen mußte, ob die Schnecken noch lebten — wäre die Austrocknung in langsamerem Tempo erfolgt und der Tod wohl später eingetreten.

Gruppe II.

Die *Nemoralis* der zweiten Gruppe hatten vom 24. Oktober 1898 bis zum 20. Juli 1899, also in 269 Tagen oder 9 Monaten, ihr Gewicht vermindert:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um durchschnittlich **14** %, also täglich um **0,052** %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um durchschnittlich **19** %, also täglich um **0,071** %.

Auf den unbeschalten Körper berechnet, betrug der mittlere Gewichtsverlust:

a) vom 24. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899, also in 204 Tagen 11 %, mithin täglich 0,053 %,

b) vom 16. Mai bis 20. Juli 1899 = 8 %, also täglich 0,123 %.

In der Zeit vom 24. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899 lagen die *Nemoralis* in der Winterruhe und hatten die Gehäusemündung

mit einem Epiphragma und 3 bis 4 Schutzhäuten verschlossen. Am 16. Mai wurden sie gewogen und dann ihrer Epiphragmen und Schutzhäute beraubt. Da die Schnecken nach der Wegnahme ihrer Schutzhäute sofort auskrochen, wurden sie einer zweiten Wägung, durch die das Gewicht der abgenommenen Häute hätte ermittelt werden können, nicht unterzogen, sondern einzeln in den bekannten Blechschachteln untergebracht, wo sie sich nach Verlauf von einer halben Stunde vermittelst einer Aufhängehaut festgestezt hatten.

Am 20. Juli, also nach 65 Tagen, wurden die Schnecken abgenommen und samt den neu gebildeten Schutzhäuten — es waren je 1—2, die sie unterdessen hinter der Aufhängehaut erzeugt hatten — gewogen. Der Gewichtsverlust betrug 8%, also pro Tag 0,123%.

Nach den Versuchen, die ich mit anderen *Helix nemoralis* angestellt habe, hatten die *Nemoralis* der II. Gruppe am 16. Mai 1899 durch den Verlust der Schutzhäute und infolge Umherkriechens wohl 2½% ihres Gewichtes (auf den nackten Körper berechnet) eingebüßt. Mithin betrug der Gewichtsverlust für die 65 Tage (16. Mai bis 20. Juli 1899), während welcher die Schnecken mit Aufhänge- und Schutzhaut ruhig saßen, nicht 8, sondern 5,5%, also täglich durchschnittlich 0,085%.

Für die Zeit vom 24. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899 hatte der durchschnittliche tägliche Gewichtsverlust 0,053% betragen.

Obgleich die Schnecken während beider Versuchsperioden die Gehäusemündung durch Schutzhäute verschlossen hielten und nicht auskrochen, war während der wärmeren Jahreszeit der mittlere tägliche Gewichtsverlust 1½mal so groß als während der kühleren. Die höhere Temperatur hatte die Wasserverdunstung und, wie schon Arnold Lang (70) nachwies, „die Herztätigkeit" und damit wohl auch den Stoffwechsel der Schnecken beschleunigt. Daß dem tatsächlich so ist, zeigen die Versuchsergebnisse O. Hesses (41), nach denen sowohl bei kriechenden als bei eingedeckelten Weinbergschnecken (*Helix pomatia*) Sauerstoffabsorption und Kohlensäureproduktion mit steigender Temperatur ansteigen. Da meine Versuchstiere in Lethargie verfallen waren, dürfte die durch den Atemprozeß bedingte Gewichtsverminderung wohl eine relativ geringe gewesen sein. Da ferner Ausscheidungen aus Darm und Niere nicht beob-

achtet werden konnten, dürfte der größere Gewichtsverlust, den die Schnecken in der wärmeren Jahreszeit erfuhren, in der Hauptsache durch stärkere Wasserverdunstung bedingt worden sein.

Nachdem die *Nemoralis* der Gruppe II vom 14. Oktober 1898 bis 20. Juli 1899, also rund 9 Monate lang gehungert hatten, wurden sie am 20. Juli 1899 getränkt. Sämtliche Tiere krochen lebhaft umher und überschritten das Gewicht, das sie am 24. Oktober 1898 besaßen, infolge Wasseraufnahme durchschnittlich:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um **15** %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um **20** %,

während die *Nemoralis* der I. Gruppe, die schon am 16. Mai, also 65 Tage früher getränkt wurden, relativ und absolut mehr Wasser tranken.

Bei Besprechung der Wasseraufnahme durch den Mund habe ich bereits angegeben, daß die Schnecken nicht bei jeder Tränkung gleichviel Wasser aufnehmen, und daß sie an kühlen Tagen weniger trinken als an warmen. Obgleich es am 20. Juli 1899 wärmer war als am 16. Mai, tranken sämtliche *Nemoralis* der Gruppe II weniger Wasser als die der Gruppe I.

Woher kommt das?

Wie ich bereits bei Gruppe I ausführte, hatten die *Nemoralis* beider Gruppen in bezug auf ihren höchsten Wassergehalt schon am 24. Oktober 1898 Gewichtsverluste von 33 bis 37 % erlitten. Am 16. Mai 1899 betrugen dann die Gewichtsverluste im Mittel 42 % und am 20. Juli 50 %.

In bezug auf den wasserreichen, unbeschalten Körper hatten also die *Nemoralis* der ersten Gruppe vor ihrer Tränkung einen Gewichtsverlust von 42 %, die der zweiten Gruppe einen solchen von 50 % erlitten. Die *Nemoralis* der zweiten Gruppe waren also bedeutend weiter ausgetrocknet als die der ersten. Infolge Wasserverlustes waren sie in der Nähe der Lebensgrenze angelangt und deshalb unfähig, bei der ersten Tränkung so große Wasserquantitäten zu sich zu neh-

men wie die weniger weit ausgetrockneten Tiere der ersten Gruppe.

Nicht nur bei *Helix nemoralis*, sondern auch bei *Helix arbustorum*, *Helix pomatia* und bei unseren sämtlichen Nacktschnecken habe ich beobachtet: daß Schnecken, die bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet wurden, bei der ersten Tränkung weniger Wasser zu sich nahmen als ihre Artgenossen, die weniger weit ausgetrocknet worden waren.

Der Grund hierfür liegt, wie wir später sehen werden, in Veränderungen, die infolge der Austrocknung in den inneren Organen vor sich gegangen sind.

Nach der am 20. Juli 1899 stattgehabten Tränkung wurden die *Nemoralis* der zweiten Gruppe wieder einzeln eingezwingert und am 4. September, 3. Oktober, 7. und 28. November, 19. Dezember 1899 und am 21. Januar und 7. April 1900, also in Zwischenräumen von 45, 29, 35, 21, 21, 33 und 76 Tagen gewogen, und — weil ich sehen wollte, ob die Schnecken noch lebten — ihrer Schutzhäute beraubt.

Bis zum 19. Dezember 1899, also nach 5 Monaten, hatten sämtliche Schnecken den Gewichtszuwachs, den sie am 20. Juli 1899 infolge Wassertrinkens erfahren hatten, wieder eingebüßt.

Läßt man die durch den Atemprozeß verursachten Gewichtsverluste und das geringe Gewicht der (trockenen) Aufhänge- und Schutzhäute unberücksichtigt, so kann man sagen: Am 19. Dezember 1899, also nach 5 Monaten, hatten sämtliche *Nemoralis* der II. Gruppe das am 20. Juli 1899 getrunkene Wasser durch Verdunstung wieder abgegeben[1].

Ende November 1899 waren die meisten Schnecken eingegangen, während die übrigen selbst am 21. Januar 1900 noch lebten und gut aussahen. Am 7. April 1900 aber waren — mit Ausnahme von einem Exemplar — sämtliche Schnecken tot. Sie waren vertrocknet.

---

[1] Die *Nemoralis* der I. Gruppe, die am 16. Mai 1899 getränkt wurden, hatten das aufgenommene Wasser schon nach 3 Monaten wieder abgegeben. Bedingt war der raschere Gewichtsverlust hauptsächlich durch die höhere Temperatur.

Helix nemoralis.

Tabelle zu Serie II, Gruppe II.

Ausgetrocknet vom 24. Oktober 1898 bis 20. Juli 1899 und vom 21. Juli 1899 bis 7. April 1900. Prozentfaktor = 43,1034.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten: in		täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1898									
24. X.			2,32						
1899									
16. V.	204	204	2,07	0,25	10,78	0,053	0,25	10,78	0,053
20. VII.	65	269	1,89	0,18	7,76	0,119	0,43	18,53	0,070
21. VII.	1	270	**2,78**	**+0,89**	**+38,36**		**+0,46**	**+19,83**	Getränkt, daher Gewichtsvermehrung
4. IX.	45	315	2,31	0,47	20,26	0,450	−0,01	0,43	
3. X.	29	344	2,23	0,08	3,45	0,119	0,09	3,88	
7. XI.	35	379	2,11	0,12	5,17	0,147	0,21	8,65	
28. XI.	21	400	1,94	0,17	7,33	0,349	0,38	16,38	
19. XII.	21	421	1,85	0,09	3,88	0,185	0,47	20,26	
1900									
21. I.	33	454	1,78	0,07	3,02	0,091	0,54	23,28	
7. IV.	76	530	1,53	0,25	10,78	0,141	0,79	34,05	
8. IV.	Die Schnecke erholt sich nicht mehr durch Wasserzufuhr.								

Anmerkungen:

1. Die Schnecke wurde am 14. Oktober 1898 heimgeholt und von da an bis 20. Juli 1899 ohne Futter und ohne Wasser gehalten. Am 20. Juli erhielt sie Wasser und mußte dann wieder hungern und dürsten bis 7. April 1900.
2. Am 24. Oktober 1898 wog die beschalte Schnecke 3,08 g. Das Gehäuse war 0,760 g schwer.
3. Die Schnecke hungerte vom 14. Oktober 1898 bis 7. April 1900, also 540 Tage oder rund $1^1/_2$ Jahre. Gedürstet hatte sie einmal 9 Monate und dann wieder 260 Tage = $8^1/_2$ Monate.
4. In bezug auf das Gewicht, welches die Schnecke nach der am 21. Juli 1899 erfolgten Wasseraufnahme besaß, hatte sie am 7. April 1900 ihr Gewicht reduziert um 1,25 g. Das sind:
   a) in bezug auf den beschalten Körper = 35,31%,
   b) in bezug auf den unbeschalten Körper = 44,96%.
5. In 132 Tagen war das am 21. Juli 1899 getrunkene Wasser wieder abgegeben.

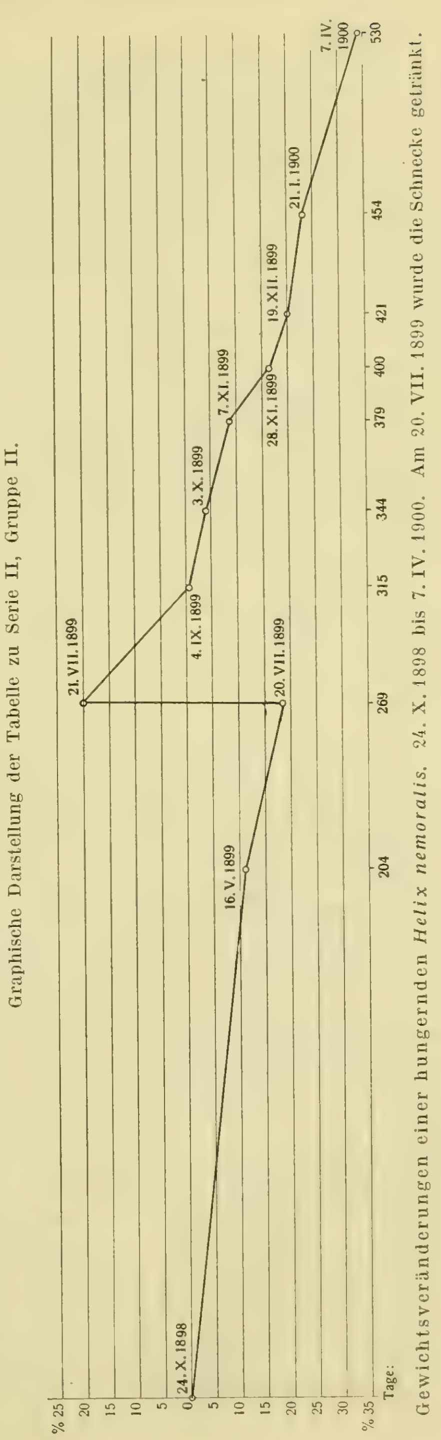
Am 21. Januar 1900 hatten die noch lebenden Tiere 1¼ Jahr gehungert. Gedürstet hatten sie 9 Monate und nach erfolgter Tränkung wieder 6 Monate.

Mit Bezug auf das Gewicht, das die Schnecken nach der am 20. Juli 1899 stattgehabten Wasseraufnahme besaßen, hatte die noch lebende *Nemoralis* vom 21. Juli 1899 bis 7. April 1900 — also in 260 Tagen — ihr Gewicht reduziert:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um 35,31 %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um 44,96 %, also täglich um 0,1725 %.

Am 7. April 1900 sollte die Schnecke getränkt werden. Sie lebte noch, kam aber nicht mehr aus dem Gehäuse, obgleich sie öfters in temperiertes Wasser getaucht und dann in einem großen Glase auf feuchten Sand gelegt wurde, der zuvor mit angefeuchtetem Kopfsalat bedeckt worden war. Um einen recht feuchten Luftraum herzustellen, wurde in dem Glase ein Staubregen erzeugt und dann das Glasgefäß mit einer



Graphische Darstellung der Tabelle zu Serie II, Gruppe II.

Gewichtsveränderungen einer hungernden *Helix nemoralis*. 24. X. 1898 bis 7. IV. 1900. Am 20. VII. 1899 wurde die Schnecke getränkt.

Glasplatte bedeckt. Aber trotz alledem kam die Schnecke nicht aus dem Gehäuse. Einige Tage später war sie tot.

Über ihre Gewichtsveränderungen geben die Tabelle S. 136 und die graphische Tafel S. 137 Auskunft.

In der Tabelle sind die Gewichtsverluste und der Gewichtszuwachs infolge Wassertrinkens in Prozenten des Gewichtes ausgedrückt, das der unbeschalte Schneckenkörper nach erfolgter Eindeckelung der *Nemoralis* zur Winterruhe am 24. Oktober 1898 besaß. Selbstredend konnte das Gewicht des Gehäuses erst nach dem Tode der Schnecke bestimmt und erst dann das Gewicht des unbeschalten Körpers berechnet werden.

An den mittleren täglichen Gewichtsverlusten, die sich für die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wägungen liegenden Zeitabschnitte ergaben, ist eine Gesetzmäßigkeit nicht zu erkennen, und zwar deshalb nicht, weil die Schnecke vom 16. Mai 1899 bis 7. April 1900 im Vorraum meiner Wohnung untergebracht war und die Gewichtsverluste durch die dort herrschende Temperatur beeinflußt wurden, und weil das Verhalten der Schnecke nicht nach jeder Wägung und Entfernung der Schutzhäute dasselbe war.

Vom 21. Juli zum 4. September 1899, also nach der Tränkung, war der mittlere tägliche Gewichtsverlust am größten; er betrug 0,450 %. Die starke Gewichtsverminderung vom 7. zum 28. November 1899 — sie betrug durchschnittlich täglich 0,349 % — rührt daher, daß die Schnecke während dieser Zeit weder Aufhänge- noch Schutzhaut besaß, weshalb mehr Wasser verdunstete.

In bezug auf den höchsten Wassergehalt und das Gewicht des unbeschalten Körpers ertrugen die *Nemoralis* der Serie II, ohne Schaden zu nehmen, einen Gewichtsverlust von 50 bis 51 %.

Gedürstet hatten sie 7 bis 9 Monate und gehungert 12 bis 18 Monate, also 1 bis 1½ Jahre.

Die *Nemoralis* (Gruppe I), die nach siebenmonatlicher Hungerkur im Mai 1899 getränkt wurden, gingen 4 Monate früher zugrunde als diejenigen (Gruppe II), die erst nach 9monatlicher Hungerkur im Juli 1899 Wasser erhielten. Womit kann dies zusammenhängen? Am 20. Juli 1899 wurden die *Nemoralis* der zweiten Gruppe, nachdem sie infolge Wasserverlustes in der Nähe der Lebensgrenze angelangt waren, getränkt. Bis dahin hätten es

auch die Tiere der ersten Gruppe ohne Wasserzufuhr aushalten können. Sie wurden aber schon am 16. Mai 1899 getränkt.

Infolge der Tränkung wurden die Schnecken zu neuer Lebenstätigkeit angeregt. Sie zogen sich zwar schon nach einigen Stunden wieder in ihre Gehäuse zurück und hängten sich mit einer Aufhängehaut fest, aber die Gewichtsverminderung erfolgte dessenungeachtet in einem bedeutend rascheren Tempo als vor der Tränkung. Ende September 1899 waren die am 16. Mai getränkten *Nemoralis* infolge Austrocknung eingegangen, während diejenigen, die erst am 20. Juli getränkt wurden, um diese Zeit noch so viel Wasser besaßen, daß sie in der nun folgenden kühleren Jahreszeit, während welcher Stoffwechsel und Wasserverdunstung infolge Temperaturerniedrigung verzögert wurden, mit dem ihnen verbliebenen Wasser noch 3 bis 4 Monate zu leben vermochten.

Die am 20. Juli 1899 getränkten *Nemoralis* überdauerten also diejenigen, die schon am 16. Mai 1899 getränkt wurden, um 3 bis 4 Monate, weil bei ihnen Stoffwechsel und Wasserverdunstung infolge Temperaturerniedrigung herabgesetzt wurde und deshalb der im Schneckenkörper vorhandene Wasservorrat für eine längere Zeit ausreichte.

Von ganz besonderem Interesse dürfte ein Vergleich der Gewichtsverluste sein, welche die *Nemoralis* beider Gruppen in der Zeit vom 16. Mai bis 20. Juli 1899 erlitten.

Drücken wir die Gewichtsverluste in Prozenten des Gewichtes aus, das die Schnecken nach der am 24. Oktober 1898 vollzogenen Eindeckelung hatten, und legen wir der Berechnung das Gewicht des unbeschalten Körpers zugrunde, so ergibt sich:

1. Die *Nemoralis* der ersten Gruppe, die am 16. Mai getränkt wurden, reduzierten ihr Gewicht in den folgenden 65 Tagen durchschnittlich um 42 %, also täglich um 0,646 %.

2. Die *Nemoralis* der zweiten Gruppe, die am 16. Mai ungetränkt blieben, reduzierten ihr Gewicht in den folgenden 65 Tagen durchschnittlich um 8 %, also täglich um 0,123 %.

Unter sonst gleichen Bedingungen erfolgte die Gewichtsverminderung bei den getränkten *Nemoralis* 5mal so rasch als bei den ungetränkten.

Drücken wir die Gewichtsverluste in Prozenten des Gewichtes aus, das die *Nemoralis* am 16. Mai 1899 hatten, und legen wir der

Berechnung wiederum das Gewicht des unbeschalten Körpers zugrunde, so ergibt sich:

Die am 16. Mai getränkten *Nemoralis* der ersten Gruppe verminderten ihr Gewicht — in bezug auf das Gewicht nach erfolgter Wasseraufnahme — in den folgenden 65 Tagen durchschnittlich um **27,11** %, also täglich um 0,417 %, während die ungetränkten Schnecken in derselben Zeit von ihrem Gewichte durchschnittlich 8,84 %, also täglich 0,136 % einbüßten.

Unter sonst gleichen Bedingungen erlitten also die getränkten *Nemoralis* in derselben Zeit einen 3mal größeren Gewichtsverlust als die ungetränkten.

Wir erkennen aus diesen Vergleichen:

1. Wasserreiche Schnecken erfahren in einer bestimmten Zeit und unter denselben Bedingungen relativ größere Gewichtsverluste als wasserarme.

2. Der höchste Austrocknungsgrad, den die Schnekken, ohne Schaden zu nehmen, ertragen können, kann nur dann richtig ermittelt werden, wenn die Tiere zu Beginn des Versuches den höchsten Wassergehalt haben, oder wenn man den Berechnungen das Gewicht der Schnecken nach einer später erfolgten Tränkung zugrunde legt. Allerdings darf diese nicht erst vorgenommen werden, wenn die Schnecken infolge Wasserverlustes schon in der Nähe der Lebensgrenze angekommen sind, da sie in diesem Falle nicht soviel Wasser trinken als bei weniger weit vorgeschrittener Austrocknung.

Dritte Serie.

Eine dritte Serie, bestehend aus 20 *Helix nemoralis*, wurde am 4. Juli 1899 nach mehrtägigem Regen eingefangen. Die Austrocknungsversuche begannen aber erst am 7. Juli, nachdem die Tiere ihren Darm entleert hatten und zuvor noch einmal getränkt worden waren. Sie hatten also einen hohen Wassergehalt, waren auch gut genährt, und eigneten sich deshalb ganz vorzüglich zu Versuchen, die dartun sollten, wie lange wasserreiche *Helix nemoralis* dürsten können.

Aufbewahrt wurden die Schnecken einzeln in mit Drahtnetzen bedeckten hölzernen Kästchen, die vom 7. Juli bis 19. Dezember 1899 im Vorraum meiner Wohnung und von da bis zum 19. Mai 1900 in einer ungeheizten Mansarde aufgestellt waren. Während der kühleren Jahreszeit war der genannte Vorraum mäßig temperiert.

Gewogen und ihrer Schutzhäute beraubt wurden die Tiere in der Regel monatlich einmal. Im November 1899 wurden zwei Wägungen vorgenommen; dagegen blieben die Schnecken vom 21. Januar bis 7. April 1900 ungestört.

Die Gewichtsverluste waren im ersten Monat am stärksten; sie betrugen rund 3 bis 6 mal so viel als im zweiten und 5 bis 8 mal so viel als im dritten Monat.

So verminderte beispielsweise eine *Helix nemoralis* ihr Gewicht, berechnet nach dem Gewichte des unbeschalten Körpers,

vom 7. Juli bis zum 7. August um 10,95%,

vom 7. August bis zum 7. September um 3,39% und

vom 7. September zum 7. November um 1,30%,

während eine andere *Nemoralis* in derselben Zeit Gewichtsverluste von 26%, 4,33% und 5,12% erfuhr.

Die Gewichtsverluste waren im ersten Versuchsmonat am stärksten, nahmen dann rasch ab, verringerten sich bei sinkender Temperatur mehr und mehr, nahmen aber bei steigender Temperatur wieder zu. Eine Gesetzmäßigkeit, wie bei den Nacktschnecken, zeigte sich aber nicht. Vor allem traf es nur selten zu, daß eine größere (schwerere) Schnecke in derselben Zeit einen relativ geringeren Gewichtsverlust erfuhr als eine kleinere (leichtere) ihrer Art.

Wie bereits erwähnt, besitzen die Gehäuseschnecken in ihrem Haus, den Aufhänge- und Schutzhäuten Vorrichtungen zur Verminderung der Wasserverdunstung. Je nachdem sich nun die Schnecken früher oder später in ihr Gehäuse zurückziehen und Aufhänge- und Schutzhäute erzeugen, müssen Differenzen in der Gewichtsverminderung eintreten und zwar auch dann, wenn die Schnecken zu Beginn des Versuches einen relativ gleichen Wassergehalt hatten und gleichschwer waren.

Helix nemoralis. Tabelle zu Serie III.

Ausgetrocknet vom 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900.

Die Schnecke war zu Beginn des Versuches sehr wasserreich.

Prozentfaktor = 26,082.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer		Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust					
	von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten	seit Beginn des Versuchs		von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten			seit Beginn des Versuchs		
				in		täglich	in		täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1899									
7. VII.			**3,834**						
7. VIII.	31	31	3,414	0,42	10,95	0,353	0,42	10,95	0,353
7. IX.	31	62	3,284	0,13	3,39	0,109	0,55	14,34	0,231
7. X.	30	92	3,234	0,05	1,30	0,043	0,60	15,65	0,170
7. XI.	31	123	3,144	0,09	2,35	0,076	0,69	18,00	0,146
28. XI.	21	144	3,084	0,06	1,56	0,074	0,75	19,56	0,136
19. XII.	21	165	2,984	0,10	2,61	0,124	0,85	22,17	0,134
1900									
21. I.	33	198	2,514	0,47	12,26	0,371	1,32	34,43	0,173
7. IV.	76	274	2,264	0,25	6,52	0,086	1,57	40,95	0,149
19. V.	42	316	**2 004**	0,26	6,78	0,161	1,83	**47,73**	0,151
20. V.	1	317	**3,294**	+1,290	**33,65**		0,54	14,08	

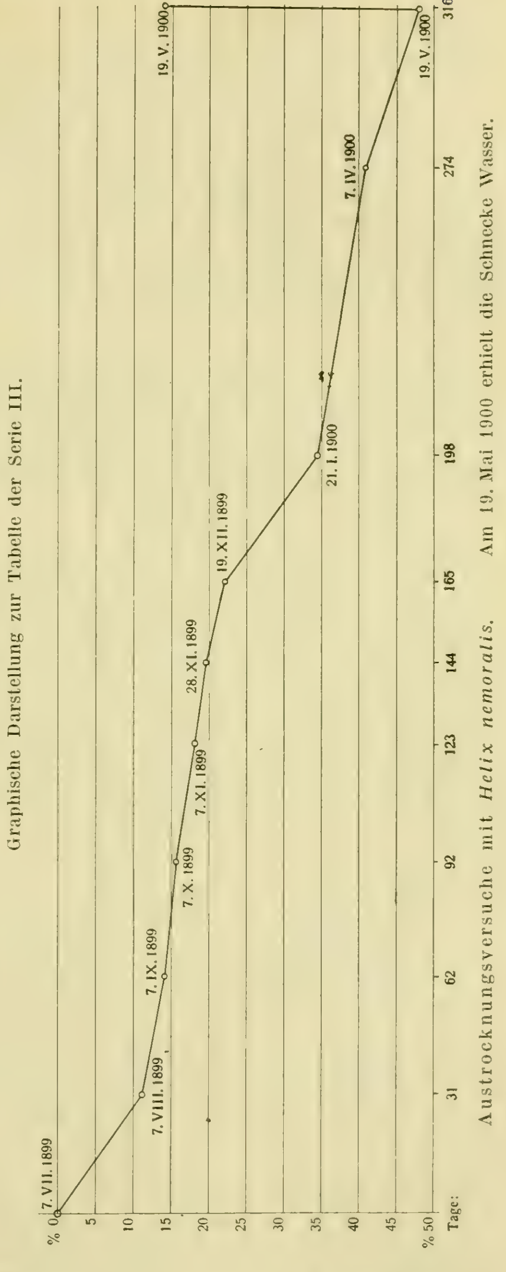
Anmerkungen:

1. Zu Beginn des Versuches wog die beschalte Schnecke = 4,63 g.
2. Das Gehäuse wog = 0,796 g.
3. Vom 19. Dezember 1899 bis 21. Januar 1900 hatte die Schnecke keine Schutzhaut; daher der relativ große Gewichtsverlust.
4. In bezug auf das Gewicht des beschalten Tieres hatte *Helix nemoralis* in 316 Tagen einen Gewichtsverlust von 39,53% erfahren.
5. In bezug auf das Gewicht vom 19. Mai 1900 hatte die unbeschalte *Helix nemoralis* am 20. Mai 1900 durch Wassertrinken ihr Gewicht um 64,37% vermehrt.

Daß wasserreiche Gehäuseschnecken zu Beginn der Austrocknungsversuche und dann wieder nach erfolgter Tränkung unter sonst gleichen Bedingungen — also auch dann, wenn die Temperatur sich nicht merklich änderte und die Schnecken nicht auskrochen, sondern ihre Gehäusemündung mit einer Schutzhaut verschlossen hatten — auffallend größere Gewichtsverluste erlitten als später, ist darauf zurückzuführen, daß

1. bei der Tränkung den oberflächlichen Teilen, vor allem dem in den Schleimdrüsen enthaltenen Schleime bedeutendere Wassermengen zugeführt werden als später, und daß

2. der Stoffwechsel nach erfolgter Wasseraufnahme rascher vor sich geht als einige Zeit nachher.



In den ersten 31 Tagen — 7. Juli bis 7. August 1899 — verloren die *Helix nemoralis* der Serie III, obgleich sie nicht umherkrochen und keine Exkremente aus-

schieden, ebensoviel von ihrem Gewichte als in den folgenden 113 bis 285 Tagen.

Zwei Beispiele seien angeführt: Eine *Nemoralis*, die vom 7. Juli bis 7. August 1899 11 % ihres Gewichtes eingebüßt hatte, erfuhr einen gleichgroßen Gewichtsverlust erst in der Zeit vom 7. August bis 28. November 1899, während eine andere *Nemoralis*, die vom 7. Juli bis 7. August 1899 einen Gewichtsverlust von 27 % erfahren hatte, eine gleichgroße Gewichtseinbuße erst in der Zeit vom 7. August 1899 bis 19. Mai 1900 erlitt.

Wie bereits erwähnt, hatte ich für jede Schnecke eine Tabelle angelegt. Um zu zeigen, in welchem Tempo die Gewichtsverminderung erfolgte, habe ich auf S. 142 eine solche Tabelle und auf S. 143 eine graphische Tafel für eine *Nemoralis* der Serie III beigegeben.

In der Tabelle sind die Gewichtsverluste in Gramm angegeben und auch in Prozenten des Anfangsgewichtes ausgedrückt. Da aber die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wägungen liegenden Zeitabschnitte nicht durchweg gleichgroß waren, habe ich zu den in Prozenten angegebenen Gewichtsverlusten auch das Tagesmittel beigesetzt, um einen Maßstab für die in den einzelnen Zeitabschnitten erfolgte Gewichtsverminderung zu erhalten.

Bei der in der Tabelle angeführten *Helix nemoralis* betrug der mittlere tägliche Gewichtsverlust vom:

7. Juli — 7. August 1899	= 0,353 %,
7. August — 7. September 1899	= 0,109 %,
7. September — 7. Oktober 1899	= 0,043 %,
7. Oktober — 7. November 1899	= 0,076 %,
7. November — 28. Novemb. 1899	= 0,074 %,
28. November — 19. Dezember 1899	= 0,124 %,
19. Dezember — 21. Januar 1900	= 0,371 %,
21. Januar — 7. April 1900	= 0,086 %,
7. April — 19. Mai 1900	= 0,161 %.

Eine Gesetzmäßigkeit zeigten die mittleren täglichen Gewichtsverluste nicht, weder bei dieser noch bei den anderen *Nemoralis* der Serie III. Es war dies aber auch gar nicht anders zu erwarten:

1. weil die Schnecken nach fast jeder Wägung ihrer Schutzhäute beraubt und dadurch zum Auskriechen veranlaßt wurden, und

2. weil die Lufttemperatur keine konstante war.

Vom 7. September zum 7. Oktober erfuhr die Schnecke einen relativ sehr geringen Gewichtsverlust — täglich 0,043% —, weil ihr am 7. September die Schutzhaut belassen wurde. Der größere Gewichtsverlust — täglich 0,124% —, den die Schnecke (und mit ihr sämtliche *Nemoralis* der Serie III) vom 28. November zum 19. Dezember erfuhr, ist der höheren Temperatur zuzuschreiben, die während der genannten Zeit am Aufbewahrungsort der Schnekken herrschte, sowie dem Umstande, daß das Tier, nachdem ihm am 28. November seine Schutzhaut abgenommen war, nicht am gleichen Tage, sondern erst 4 Tage später wieder eine solche erzeugte.

Der auffallend große Gewichtsverlust — täglich 0,371% —, den die Schnecke trotz ihres Aufenthaltes in einer ungeheizten Mansarde vom 19. Dezember 1899 bis zum 21. Januar 1900 erlitt, war dadurch bedingt, daß sie nach der am 19. Dezember vorgenommenen Wägung auskroch und dann während der ganzen Periode mit nach oben gekehrter Gehäuseöffnung liegen blieb, ohne eine Schutzhaut zu bilden, weshalb mehr Wasser verdunsten konnte.

Andere *Nemoralis* der Serie III, die am gleichen Orte aufbewahrt waren, aber schon am 19. oder 20. Dezember eine Schutzhaut erzeugten, reduzierten in derselben Periode ihr Gewicht täglich um nur 0,044 bis 0,050%.

Die *Nemoralis* der III. Serie waren zu Beginn der Austrocknungsversuche sehr wasserreich. Nach 316 Tagen — 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900 — oder 10½ Monaten hatten sie 48 bis 52% ihres Gewichtes eingebüßt. Die meisten von ihnen waren infolge Wasserverdunstung in der Nähe der Lebensgrenze angelangt, und deshalb wurden alle Tiere am 19. Mai 1900 getränkt. Sie nahmen relativ viel Wasser auf, erreichten aber ihr Gewicht vom 7. Juli 1899 nicht mehr, sondern blieben um 5 bis 15% hinter demselben zurück.

Sämtliche *Nemoralis* erholten sich wieder. Diejenigen von ihnen, die nach der Tränkung alle 8 Tage gefüttert wurden, gediehen ausnahmslos sehr gut, während jene, die nach der Tränkung kein Futter erhielten, Ende Juni 1900 eingingen. Vertrocknet waren sie nicht, und da es auch nicht wahrscheinlich ist, daß sämtliche ungefütterten Tiere älter waren als die gefütterten und aus Altersschwäche zugrunde gingen, ist anzunehmen, daß sie den Hungertod gestorben sind.

Das in ihrem Körper aufgespeicherte Wasser hatte für 10½ Monate ausgereicht. Wären die Schnecken vom Juli 1899 bis Januar 1900 nicht allmonatlich einmal gestört, ihrer Schutzhäute beraubt und zum Auskriechen veranlaßt worden, so hätten sie sicher ein Jahr lang hungern und dürsten können, ohne Schaden zu nehmen.

Vierte Serie.

20 *Helix nemoralis* wurden am 27. September 1901 gesammelt und ohne Futter und Wasser in mit Drahtnetzen bedeckten Zigarrenschachteln in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt.

Ihrer Schutzhäute beraubt und gewogen wurden sie am 12. Oktober 1901 und 1902; in der Zwischenzeit blieben sie ungestört.

Mit Ausnahme von zwei Tieren, die, wie es scheint, aus Altersschwäche eingegangen und vertrocknet waren, hatten die *Nemoralis* in einem Jahre ihr Gewicht vermindert:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper: um 19,948 bis 30,767 %;

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper: um 28,764 bis 41,958 %.

Bei der am 13. Oktober 1902 vorgenommenen Tränkung erhöhten sie ihr Gewicht vom 12. Oktober 1902:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper: um 31,69 bis 47,38 %;

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper: um 51 bis 76 %.

Um die Gewichte der Gehäuse ermitteln zu können (sie wogen 0,850 bis 0,935 g), wurden am 15. Oktober 1902 neun Schnecken

getötet, die übrigen aber während der nächsten vier Wochen in einem mäßig temperierten Raume gefüttert und getränkt, dann aber wieder in das ungeheizte Zimmer zurückgebracht und dort belassen, bis sie im Frühling 1903 in einen im Freien aufgestellten Zuchtbehälter gesetzt wurden, wo sie bei guter Pflege vorzüglich gediehen und im Sommer desselben Jahres entwicklungsfähige Eier ablegten.

Aus den mit Serie IV angestellten Versuchen folgt:

B l e i b t *Helix nemoralis* u n g e s t ö r t, s o k a n n s i e e i n v o l l e s J a h r h u n g e r n u n d d ü r s t e n, o h n e S c h a d e n z u n e h m e n.

(Zusammenstellung der Ergebnisse.)

D i e m i t *Helix nemoralis* a n g e s t e l l t e n A u s t r o c k - n u n g s v e r s u c h e h a b e n e r g e b e n:

1. Wasserreiche *Nemoralis* ertrugen Gewichtsverluste von 48 b i s 52 % ihres Körpergewichtes, ohne Schaden zu nehmen, wenn ihnen dann eine Gelegenheit zum Wassertrinken geboten wurde.

2. Wurden die Austrocknungsversuche im Sommer begonnen, und waren die Tiere zu Beginn der Versuche sehr wasserreich, so waren die Gewichtsverluste im ersten Monat am größten, nahmen dann rasch ab, verringerten sich mit sinkender Temperatur mehr und mehr, nahmen aber bei steigender Temperatur wieder zu.

Auffallend rasch erfolgte die Gewichtsverminderung, wenn der über der eingezogenen Schnecke ausgebreitete Mantel infolge großen Wasserverlustes sich gegen das Gehäuse zurückzog und der hintere Teil des Fußes zwischen dem Mantelrand hervortrat, wodurch die Verdunstungsfläche vergrößert wurde.

3. Wasserreiche *Nemoralis*, die vom 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900 ausgetrocknet wurden, erfuhren im ersten Versuchsmonat einen ebenso großen Gewichtsverlust — 11 bis 26 % — als in den folgenden 4 bis 9 Monaten.

4. Bei den Austrocknungsversuchen mit den Nacktschnecken ergab sich das Gesetz: „Unter sonst gleichen Bedingungen verdunstet in einer bestimmten Zeit bei einer kleineren Schnecke relativ mehr Wasser als bei einer größeren ihrer Art.“ Bei *Helix nemoralis* und den übrigen Gehäuseschnecken zeigte sich eine solche Gesetzmäßigkeit nicht, und sie konnte sich nicht zeigen, weil die

Gehäuseschnecken durch ihr Haus, die Aufhänge- und Schutzhäute die Wasserverdunstung wohl ganz bedeutend reduzieren können, sich aber nicht gleichzeitig in ihre Gehäuse zurückziehen, nicht gleichzeitig Aufhänge- und Schutzhäute bilden und nicht gleichzeitig wieder auskriechen, weshalb die Wasserverdunstung weder gleichmäßig verzögert, noch gleichmäßig beschleunigt wird.

Anders ist es bei den Nacktschnecken, deren Körper jeglichen Schutzmittels gegen Wasserverdunstung entbehrt, weshalb diese — wenn die Schnecken sich nicht in die Erde, unter Moos oder unter Steine usw. verkriechen, oder auf einen Knäuel zusammensetzen können — bei allen Tieren gleichmäßig vor sich geht.

5. *Nemoralis*, die nach Bildung der Winterdeckel — 24. Oktober 1898 — in einem ungeheizten Raume aufbewahrt wurden, waren nach 269 Tagen bei einem Gewichtsverluste von durchschnittlich 19 % in der Nähe der Lebensgrenze angelangt, erholten sich aber wieder, wenn sie Wasser erhielten.

Die Gewichtsverluste betrugen:

a) vom 24. Oktober 1898 bis 16. Mai 1899 durchschnittlich 11 %, also täglich 0,053 %,

b) vom 16. Mai bis 20. Juli 1899 durchschnittlich 8 %, also täglich 0,123 %.

Während der Winterruhe hatten die Tiere 3 bis 4 Schutzhäute gebildet, die am 16. Mai von mir entfernt wurden. Der relativ größere Gewichtsverlust, den die Schnecken in der wärmeren Jahreszeit erlitten, wurde — da sie zwischen 16. Mai und 20. Juli nicht auskrochen, und nach der Entfernung der Schutzhäute sich nur wenig fortbewegt hatten — in der Hauptsache durch stärkere Wasserverdunstung bewirkt.

Nachdem die *Nemoralis* am 24. Oktober ihre Winterdeckel gebildet hatten, besaßen sie nicht halb so viel Wasser als nach einem warmen Sommerregen. Daher kam es auch, daß sie schon nach einem Gewichtsverluste von 19 %, ihre wasserreichen Artgenossen aber erst nach einem solchen von 48 bis 52 % in der Nähe der Lebensgrenze angekommen waren.

Unter sonst gleichen Bedingungen erfolgte die Gewichtsverminderung in den ersten 65 Tagen bei wasserreichen *Nemoralis* 3 bis 5 mal so rasch als bei solchen mit mittlerem oder geringem Wassergehalt.

6. *Nemoralis*, die unmittelbar nach dem Erwachen aus dem Winterschlafe getränkt wurden, erhöhten das Gewicht ihres beschalten Körpers um 49—55 % und das des unbeschalten um 68—79 %.

Das Gewicht, das die Schnecken nach erfolgter Eindeckelung zur Winterruhe besaßen, überschritten sie infolge Wassertrinkens

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um 36—45 %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um 50—59 %.

Schnecken, die bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet wurden, nahmen bei der ersten Tränkung weniger Wasser auf als ihre Artgenossen, die etwas weniger weit ausgetrocknet worden waren.

Hungernde *Nemoralis*, die im Frühling und Sommer getränkt wurden, hatten das aufgenommene Wasser — je nach der Temperatur — in 3 bis 5 Monaten wieder abgegeben.

7. *Nemoralis*, die im Sommer gesammelt, ohne Futter gehalten, aber alle 4 Wochen getränkt und während der kühleren Jahreszeit im geheizten Zimmer gehalten wurden, starben nach 7 bis 8 Monaten den Hungertod.

Wasserreiche *Nemoralis*, die im Sommer gesammelt, fast jeden Monat einmal ihrer Schutzhäute beraubt, von Oktober bis Dezember in einem temperierten Raume und dann in einer ungeheizten Mansarde aufbewahrt wurden, konnten **10 ½** Monate hungern und dürsten, ohne Schaden zu nehmen.

Wären die Schnecken ungestört geblieben und bei Eintritt der kühleren Jahreszeit in einem ungeheizten trockenen Raume aufbewahrt worden, so hätten sie sicher ein Jahr lang hungern und dürsten können, ohne Schaden zu nehmen.

Nemoralis, die im Oktober eingefangen, im offenen Speicher aufbewahrt und bis Mitte Mai nicht gestört wurden, konnten **9** Monate dürsten und **12** bis **15** Monate hungern.

Nemoralis, die Ende September gesammelt und in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt, aber nie gestört wurden, konnten ein volles Jahr hungern und dürsten, ohne Schaden zu nehmen.

Je seltener die Schnecken gestört und zum Auskriechen veranlaßt werden, desto langsamer gehen Wasserverdunstung und Stoffwechsel vor sich, und desto länger können sie hungern und dürsten.

d) Austrocknungsversuche mit der Weinbergschnecke. (*Helix pomatia* L.)

Die mit den Weinbergschnecken angestellten Austrocknungsversuche erstreckten sich auf die Jahre 1898 bis mit 1903.

Hier werde ich über Beobachtungen berichten, die ich an vier typischen Serien von je 20 Schnecken gemacht habe. Jeder Serie habe ich eine oder zwei Tabellen beigegeben, an denen ohne weiteres abgelesen werden kann:

α) die Versuchszeit,

β) die Versuchsdauer von einer Wägung bis zur nächsten und seit Beginn des Versuchs, und

γ) die Gewichtsveränderungen der Schnecken von einer Wägung zur nächsten und seit Beginn des Versuchs.

Angegeben sind die Gewichtsverluste in Gramm und in Prozenten des Gewichtes, das der unbeschalte Schneckenkörper zu Beginn des Versuches hatte.

Für die in Prozenten angegebenen Gewichtsverluste habe ich auch das Tagesmittel beigesetzt. Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß dieses sehr verschieden ist, je nachdem es sich auf den zwischen zwei Wägungen liegenden oder auf den seit Beginn des Versuches verflossenen Zeitraum bezieht. Von Bedeutung sind jene mittleren täglichen Gewichtsverluste, welche sich auf die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wägungen liegenden Zeitabschnitte beziehen, weil man an ihnen einen Maßstab für die in den einzelnen Zeiträumen stattgehabte Gewichtsverminderung hat.

Erste Serie.

Die Weinbergschnecken der ersten Serie wurden nach einem warmen Regen — nachdem es auch einige Tage zuvor täglich geregnet hatte — am 5. Juli 1899 gesammelt. Mit den Versuchen aber wurde erst am Morgen des 7. Juli begonnen, nachdem die Tiere ihren Darm von Exkrementen befreit hatten und in der Nacht vom 6. zum 7. Juli noch einmal getränkt worden waren.

Eingesetzt wurden die Schnecken zu Beginn des Versuchs einzeln in mit engmaschigem Drahtnetz bedeckte Holzkästchen, die bis zum 19. Dezember 1899 im Vorraum meiner Wohnung so aufgestellt waren, daß die Schnecken nicht von der Sonne ge-

troffen werden konnten. Vom 19. Dezember an wurden die Tiere in einer ungeheizten Mansarde aufbewahrt.

Obgleich die Schnecken sehr wasserreich waren, krochen sie am ersten und zweiten Tage nur wenig umher; dann aber hängten sie sich mit einer Aufhängehaut fest, verfielen in Lethargie und krochen in der Regel nicht eher aus, als bis ich sie behufs Gewichtsbestimmung von ihrer Unterlage abhob, wobei die Aufhängehäute zerstört wurden.

Gewogen wurden die Schnecken jeden Monat einmal. Im November wurden zwei Wägungen vorgenommen; dafür blieben die Tiere vom 21. Januar bis 7. April 1900 ungestört.

In den ersten drei Monaten krochen die Schnecken aus, wenn man ihre Schutzhäute entfernte und dabei nicht sehr vorsichtig zu Werke ging, bewegten sich aber nur wenig fort und hängten sich dann mit einer Aufhängehaut fest. Mit fortschreitender Austrocknung wurden die Tiere unempfindlicher.

Nahm ich den Schnecken, um zu sehen ob sie noch lebten, im Spätherbst und Winter die Schutzhäute ab, so krochen sie nicht aus, sondern erzeugten am gleichen Tage oder doch in den nächsten Tagen in der Regel wieder eine neue Schutzhaut.

Manche Tiere bildeten von einer Wägung zur nächsten — also innerhalb eines Monats — zwei Schutzhäute und im Dezember und Januar sogar vier. Sämtliche Häute zeigten an der dem Pneumostom gegenüberliegenden Stelle den beschriebenen Kalkfleck, während die übrige Haut in den weitaus meisten Fällen kalkfrei war. Ein Epiphragma wurde von keiner Schnecke erzeugt, da die Tiere nicht genügend Kalk besaßen.

Wie bei *Helix nemoralis*, so waren auch bei der wasserreichen Weinbergschnecke die Gewichtsverluste im ersten Monat am größten, nahmen dann plötzlich und später mit sinkender Temperatur mehr und mehr ab, um bei höherer Temperatur wieder anzusteigen. Näheres zeigt die der Serie I beigegebene Tabelle (S. 154) sowie die graphische Tafel (S. 159).

Obgleich die Schnecken keinen Kot abgaben, verloren sie im ersten Monat so viel oder noch mehr von ihrem Gewichte als in den folgenden 4 bis 9 Monaten.

Schnecken, die im ersten Monat 15% ihres Gewichtes einbüßten, hatten einen gleichgroßen Gewichtsverlust erst in weiteren

vier Monaten erfahren, während solche, die im ersten Monat einen Gewichtsverlust von 27% erlitten hatten, in den folgenden 9 Monaten eine Gewichtseinbuße von nur 25% erfuhren.

Daß die Schnecken im ersten Monat auffallend größere Gewichtsverluste erfuhren als in späteren, ist, wie ich schon bei *Helix nemoralis* ausführte, darin begründet:

1. daß die Schnecken zu Beginn der Versuche etwas mehr umherkrochen als später,

2. daß sie zu Beginn der Versuche sehr wasserreich waren, daß vor allem der in den Schleimdrüsen enthaltene Schleim viel Wasser eingesaugt hatte,

3. daß sie mit fortschreitender Austrocknung Schutzhäute anlegten und dadurch die Wasserverdunstung bedeutend reduzierten,

4. daß mit fortschreitender Austrocknung den oberflächlichen Teilen durch das Blut stetig weniger Wasser zugeführt wurde, und

5. daß der Stoffwechsel bei den wasserreichen Schnecken intensiver vor sich ging als bei den wasserarmen, in Lethargie liegenden Tieren.

Das für die Nacktschnecken geltende Gesetz: „Unter gleichen Bedingungen verliert eine kleinere Schnecke in derselben Zeit relativ mehr von ihrem Gewichte als eine größere ihrer Art,“ bestätigte sich aus den bei *Helix nemoralis* angegebenen Gründen auch bei *Helix pomatia* nicht.

Am 19. Mai 1900 hatten die Weinbergschnecken der ersten Serie in Berechnung auf den unbeschalten Körper 49 bis 52,30% ihres Gewichtes eingebüßt. Infolge Wasserverlustes waren sie nach **316** Tagen oder **10½** Monaten in der Nähe der Grenze der Lebensfähigkeit angelangt, und deshalb wurden sie getränkt. Dabei ersetzten sie die erlittenen Gewichtsverluste wieder bis auf **5** bis **9**%.

Nach der Tränkung wurden die Schnecken in zwei Kisten verteilt. Die in der einen Kiste erhielten künftighin nur Wasser, die in der andern aber Wasser und Futter (Kopfsalat und gelbe Rüben). Erstere gingen Ende Juni zugrunde, während die gefütterten

Tiere — mit Ausnahme von zweien, die wohl aus Altersschwäche starben — gut gediehen.

In welcher Weise die Tränkung vorgenommen wird, habe ich bereits früher schon angegeben. Man stellt nicht Tränkgefäße in den Zwinger, oder bringt die Schnecke in ein etwas schräg gestelltes großes Glasgefäß, das an der tieferliegenden Stelle etwas Wasser enthält, sondern man setzt sie in eine mit Holzstücken ausgelegte hölzerne Kiste, deren Deckel mit einem engmaschigen Drahtnetz versehen ist und erzeugt dann über der Kiste einen künstlichen Regen mit temperiertem Wasser. Engmaschig soll das Drahtnetz sein, weil sich die Schnecken zwischen größeren Öffnungen hindurchzuzwängen suchen, wobei sie viel Schleim abscheiden und zu späteren Versuchen ungeeignet werden.

Sind die Schnecken sehr weit ausgetrocknet, so taucht man sie, bevor man sie in die für die Tränkung hergerichtete Kiste einsetzt, nach Entfernung der Schutzhäute einige Male in temperiertes Wasser.

Die wasserreichen Weinbergschnecken der ersten Serie ertrugen Gewichtsverluste von 49 bis 52 %; sie konnten 10 ½ Monate hungern und dürsten ohne Schaden zu nehmen, wenn ihnen dann Wasser und Futter gereicht wurde. Wären die Schnecken nie oder nicht so oft gestört worden, so hätten sie sicher ein volles Jahr hungern und dürsten können, ohne Schaden zu nehmen.

Krahelska (55, S. 379) sammelte in den ersten Maitagen 1907 40 *Helix pomatia* und bewahrte sie in einem trockenen Keller in hölzernen Kisten auf. Ende Juli 1908, also nach 1 Jahr 3 Monaten, lebten noch 2 Stück. Ob sie sich wieder erholten, gibt Krahelska nicht an.

Daß Nüsslins (86) wasserreiche Weinbergschnecken, die vom 24. August bis 8. Oktober 1879 ausgetrocknet wurden, in den ersten 31 Tagen bedeutend höhere Gewichtsverluste erlitten als meine wasserreichen Tiere der Serie I, kam jedenfalls daher, daß seine Schnecken während der Versuche Exkremente abgaben und in der kurzen Versuchszeit — sie erstreckte sich auf 45 Tage — 5mal ihrer Schutzhäute beraubt und dadurch zum Auskriechen veranlaßt wurden, während meine Schnecken in den ersten 31 Tagen ungestört blieben.

Helix pomatia. Tabelle zu Serie I.

Ausgetrocknet vom 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900.

Die Schnecke war zu Beginn des Versuches sehr wasserreich und hatte den Darm entleert.

Prozentfaktor = 9,0334.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Wägung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Wägung zur nächsten: in		täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1899									
7. VII.			**11,07**						
7. VIII.	31	31	8,08	2,99	27,01	0,871	2,99	27,01	0,871
7. IX.	31	62	7,56	0,52	4,70	0,151	3,51	31,71	0,511
7. X.	30	92	6,92	0,64	5,78	0,192	4,15	37,49	0,407
7. XI.	31	123	6,52	0,40	3,61	0,116	4,55	41,10	0,334
28. XI.	21	144	6,38	0,14	1,26	0,060	4,69	42,36	0,294
19. XII.	21	165	6,23	0,15	1,36	0,065	4,84	43,72	0,265
1900									
21. I.	33	198	6,07	0,16	1,45	0,044	5,00	45,17	0,228
7. IV.	76	274	5,55	0,52	4,69	0,061	5,52	49,86	0,182
19. V.	42	316	**5,28**	0,27	2,44	0,058	5,79	**52,30**	0,165
20. V.	1	317	**10,53**	+5,25	**47,42**	—	0,54	4,88	die Schnecke erhielt Wasser z. trinken

Anmerkungen:

1. Gewicht der beschalten Schnecke zu Beginn des Versuches = 14,94 g.
2. Gewicht des Gehäuses = 3,87 g.
3. In bezug auf das Gewicht des beschalten Tieres hatte *Helix pomatia* in 316 Tagen ihr Gewicht um 38,74% vermindert.
4. In bezug auf das Gewicht vom 19. Mai 1900 hat die unbeschalte *Helix pomatia* am 20. Mai durch Wassertrinken ihr Gewicht um 99,43% erhöht.
5. Vom 21. Mai ab wurde die Schnecke gefüttert; anfangs August 1900 legte sie Eier ab.

Zweite Serie.

Die Weinbergschnecken der zweiten Serie wurden am 7. August 1899 bei großer Trockenheit und Hitze, die schon zwei Wochen angedauert hatte, heimgeholt und sofort gewogen. Da anzunehmen war, daß die Tiere bei der großen Trockenheit keine Nahrung aufgenommen, also den Darm entleert hatten, unterblieb eine Tränkung. In der Tat gaben die Schnecken während der Versuche auch keine Exkremente ab.

Aufbewahrt wurden die Tiere am gleichen Orte und in gleichen Behältern wie die der Serie I.

Bei den wasserreichen Schnecken der Serie I betrug der Gewichtsverlust in den ersten 31 Tagen 15 bis 27%, bei denen der Serie II aber nur 5,04 bis 7,86%.

Waren die Tiere der Serie I nach Gewichtsverlusten von 49—52% bis zur Grenze der Lebensfähigkeit ausgetrocknet, so war dies bei den Schnecken der Serie II schon bei Gewichtsverlusten von 38 bis 44% der Fall.

Daß die Schnecken der Serie II im ersten Versuchsmonat geringere Gewichtsverluste erfuhren und auch einen geringeren Austrocknungsgrad ertrugen als die der Serie I, rührt daher, daß sie schon vor Beginn der Austrocknungsversuche relativ viel Wasser abgegeben hatten, während die Tiere der Serie I zu Beginn der Versuche sehr wasserreich waren.

Welche Wasserquantitäten die Schnecken der Serie II — in bezug auf ihren höchsten Wassergehalt — beim Einbringen in die Gefangenschaft abgegeben hatten, ließ sich, wie nachstehendes Beispiel zeigt, annähernd ermitteln, nachdem die Schnecken — ohne Zwischentränkung — bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet worden waren. Die

Berechnung

bezieht sich auf eine Weinbergschnecke, deren Gewichtsveränderungen in der zur Serie II gehörenden Tabelle a (s. S. 156) zusammengestellt sind.

1. Gewicht der Schnecke zu Beginn der Austrocknung = 13,09 g.
2. Gewicht des Gehäuses . . . . = 3,25 g,
3. Gewicht des unbeschalten Körpers zu Beginn der Austrocknung . . . . = 9,84 g,
4. Gewicht desselben nach der Austrocknung . . . . = 5,84 g.

Helix pomatia. Tabelle a zu Serie II.

Gesammelt bei großer Hitze und Trockenheit und vor Beginn des Versuchs nicht getränkt.

Prozentfaktor = 10,1626.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Wägung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Wägung zur nächsten: in		Gewichtsverlust von einer Wägung zur nächsten: täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1899									
7. VIII.			**9,84**						
7. IX.	31	31	9,24	0,60	6,10	0,197	0,60	6,10	0,197
7. X.	30	61	8,72	0,52	5,28	0,176	1,12	11,38	0,186
7. XI.	31	92	8,11	0,61	6,20	0,200	1,73	17,58	0,191
19. XII.	42	134	7,56	0,55	5,59	0,133	2,28	23,17	0,172
1900									
21. I.	33	167	7,31	0,25	2,54	0,077	2,53	25,71	0,154
7. IV.	76	243	6,64	0,67	6,81	0,089	3,20	32,52	0,134
19. V.	42	285	5,84	0,80	8,13	0,193	4,00	**40,65**	0,142
20. V.	1	286	**11,62**	+5,78	+58,74	—	+1,78	**+18,09**	
21. V.	1	287	10,24	1,38	15,02	15,02	+0,40	+ 4,06	
22. V.	1	288	9,32	0,92	9,35	9,35	−0,52	− 5,28	
2. VI.	11	299	tot, aber noch wasserreich.						

Anmerkungen:

1. Am 7. August 1899 wog die Schnecke mit Haus 13,09 g. Das Gehäuse wog 3,25 g.
2. Ein Epiphragma erzeugten die Schnecken dieser Serie nicht.
3. Die Schutzhäute wogen durchschnittlich 0,010 bis 0,0133 g.
4. Durch Wassertrinken erhöhte die Schnecke ihr Gewicht vom 19. Mai 1900 um 98,97%. Ihr Anfangsgewicht überschritt sie um 18,09 %.

Nun wissen wir, daß wasserreiche Weinbergschnecken 52% vom Gewichte ihres unbeschalten Körpers durch Austrocknung einbüßen können, ohne zugrunde zu gehen.

Da der wasserreiche Schneckenkörper 100% repräsentiert, stellt der ausgetrocknete noch 100 − 52 = 48 % dar.

In unserem Beispiel sind diese 48% = 5,84 g; mithin sind 100% = 12,17 g.

Helix pomatia. Tabelle b zu Serie II.

Diese Tabelle zeigt, wie die relativen Gewichtsverluste sich gestaltet hätten, wenn das Tier der Tabelle a zu Beginn der Versuche wasserreich gewesen wäre.
Prozentfaktor = 8,2169.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Wägung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Wägung zur nächsten: in		täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1899									
VII.			**12,17**						
7. VIII.	14	14	9,84	2,33	19,15	1,368	2,33	19,15	1,368
7. IX.	31	45	9,24	0,60	4,93	0,159	2,93	24,08	0,535
7. X.	30	75	8,72	0,52	4,27	0,142	3,45	28,35	0,378
7. XI.	31	106	8,11	0,61	5,01	0,161	4,06	33,36	0,315
19. XII.	42	148	7,56	0,55	4,52	0,108	4,61	37,88	0,256
1900									
21. I.	33	181	7,31	0,25	2,05	0,062	4,86	39,93	0,221
7. IV.	76	257	6,64	0,67	5,51	0,073	5,53	45,44	0,177
19. V.	42	299	5,84	0,80	6,57	0,156	6,33	**52,01**	0,174
20. V.	1	300	**11,62**	+5,78	+47,49	—	0,55	4,52	
21. V.	1	301	10,24	−1,38	11,34	11,34	1,93	15,86	
22. V.	1	302	9,32	0,92	7,56	7,56	2,85	23,42	
2. VI.	11	313	tot, aber nicht vertrocknet; besitzt relativ noch viel Wasser.						

Anmerkung: Gewicht der wasserreichen Schnecke mit Haus zu Beginn des Versuches = 15,42 g. Gehäuse = 3,25g.

Der wasserreiche Schneckenkörper wog also 12,17g. Beim Einbringen der Schnecke wog ihr Körper aber nur 9,84 g; mithin hatte die Schnecke, als sie am 7. August heimgeholt wurde, schon **2,33** g Wasser abgegeben. Das sind **19,14** % des wasserreichen Schneckenkörpers.

Auf diese Weise habe ich berechnet, daß die im Freien lebenden Schnecken während einer zweiwöchentlichen Trockenheit infolge Wasserverlustes **19** bis **24** % ihres Gewichtes eingebüßt hatten, also fast so viel, als die wasserreichen Schnecken der Serie I in den ersten 31 Tagen.

Ähnliche Gewichtsverluste erfuhren die im Freien untergebrachten Weinbergschnecken meiner Zucht, wenn es 14 Tage lang warm und trocken war. Nach einem künstlichen oder natürlichen Sommerregen krochen die Tiere lebhaft umher, nahmen Wasser und Futter zu sich, zogen sich aber, sobald wieder Trockenheit eintrat und der Erdboden nicht mehr feucht war, in ihre Gehäuse zurück, krochen auch nachts nicht mehr aus und erzeugten Schutzhäute, durch die sie die Wasserverdunstung ganz bedeutend reduzierten. Wäre dem nicht so, so hätten die im Freien lebenden Schnecken bei großer Trockenheit und Hitze bedeutend mehr Wasser verlieren müssen, als es tatsächlich der Fall war.

Um zu zeigen, wie sehr die bei den Austrocknungsversuchen gewonnenen Resultate vom Wassergehalt der Schnecken abhängen, habe ich der Serie II zwei Tabellen (S. 156 und 157) und eine graphische Tafel (S. 159) beigegeben.

Die Tabelle a (S. 156) enthält die Gewichtsveränderungen einer nach zweiwöchentlicher Trockenheit heimgeholten Weinbergschnecke, die vor dem Versuch kein Wasser erhielt.

Die Tabelle b (S. 157) zeigt, wie sich die relativen Gewichtsverluste bei der in Tabelle a angeführten Schnecke gestaltet hätten, wenn ihr Wassergehalt zu Beginn der Austrocknungsversuche ein hoher gewesen wäre. Alles Weitere ergeben die Tabellen. Hier will ich nur auf drei Punkte hinweisen:

1. Nach Tabelle a hätte die Schnecke in den ersten 31 Tagen einen Gewichtsverlust von 6,10 %, nach Tabelle b in 14 Tagen einen solchen von 19,15 % erfahren.

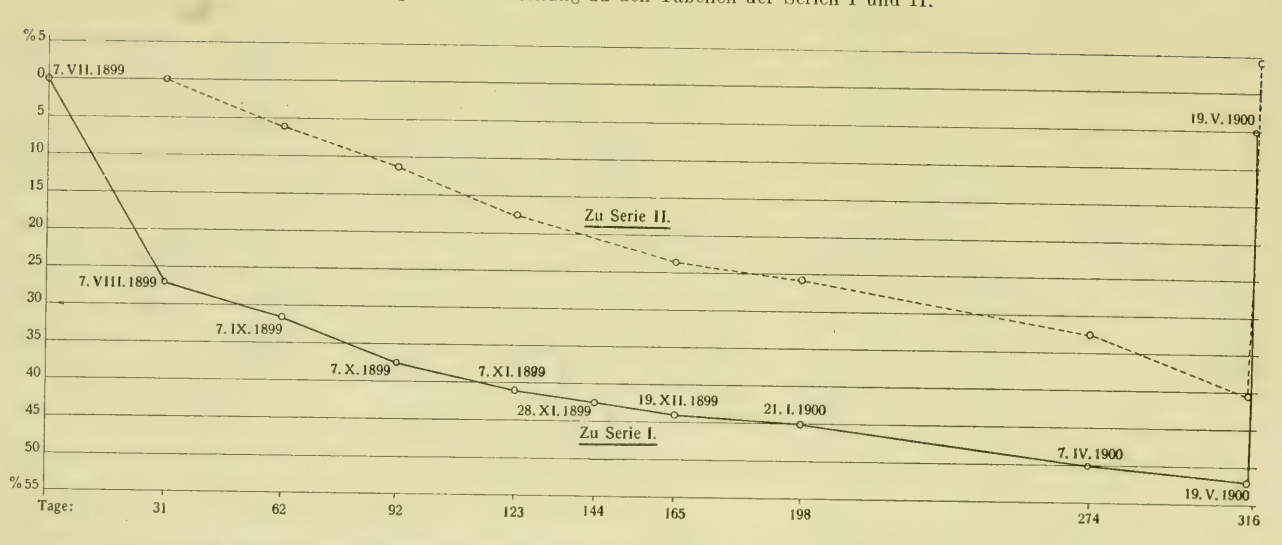
2. Nach Tabelle a hätte die Schnecke einen Wasserverlust von 40,65 %, nach Tabelle b einen solchen von 52,01 % ertragen.

3. Nach Tabelle a hätte die Schnecke bei der nach stattgehabter Austrocknung vorgenommenen Tränkung ihr ursprüngliches Gewicht um 18,09 % überschritten, während sie nach Tabelle b um 4,52 % hinter demselben zurückgeblieben wäre.

Man erkennt hieraus zur Genüge, daß man ein richtiges Bild vom Wasserbedürfnis der Schnecken und von dem Austrocknungsgrad, den sie ertragen, nur dann bekommen kann, wenn man zu den Austrocknungsversuchen Tiere mit relativ gleichem und möglichst hohem Wassergehalt benützt.

Austrocknungsversuche mit *Helix pomatia.*

Graphische Darstellung zu den Tabellen der Serien I und II.



Das Tier der Serie I war zu Beginn des Versuchs wasserreich, hatte aber den Darm von Exkrementen befreit.
Versuchsdauer: 7. VII. 1899 bis 19. V. 1900 = 316 Tage.

Das Tier der Serie II wurde nach 14tägiger Trockenheit am 7. August 1899 eingebracht und sofort gewogen.
Versuchsdauer: 7. VIII. 1899 bis 19. V. 1900.

Am 19. Mai wurden die Schnecken getränkt.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß ich bei den Weinbergschnecken der Serie II auch das Gewicht der Schutzhäute ermittelt habe. Es betrug durchschnittlich 0,010 bis 0,0133 g. Bei der Berechnung der Gewichtsverluste wurde das Gewicht der Schutzhäute nicht berücksichtigt.

Am 19. Mai 1900 wurden die Schnecken der Serie II getränkt. Sie nahmen je 5,5 bis 6 g Wasser auf, krochen dann lebhaft umher und erfuhren deshalb in den nächsten zwei Tagen relativ große Gewichtsverluste. Dann aber hängten sie sich mit einer Aufhängehaut fest und krochen nicht mehr aus. Mitte Juni waren sämtliche Weinbergschnecken der Serie II tot. Infolge Wasserverlustes waren sie nicht eingegangen; aus Altersschwäche war der Tod aber auch nicht eingetreten; denn sonst hätten die Schnecken — was ich von meinen Zuchtversuchen her kenne — einige Wochen zuvor nicht so viel Wasser getrunken: Mithin waren sie verhungert.

Dritte Serie.

Gewichtsverluste gedeckelter Weinbergschnecken während der Winterruhe.

Am 25. Oktober 1902 hatten sich die erwachsenen, im Freien gehaltenen Weinbergschnecken meiner Zucht eingedeckelt. Nachdem ich sie der Erde entnommen und ihre Gehäuse gereinigt hatte, wurden die Schnecken am 26. Oktober nummeriert und gewogen und dann — da ich ermitteln wollte, welche Gewichtsverluste sie während der Winterruhe erfahren — unter verschiedenen Bedingungen gehalten.

Ich bildete drei Gruppen.

Die Schnecken der ersten Gruppe wurden in meinem stets geheizten Arbeitszimmer untergebracht, die der zweiten und dritten Gruppe dagegen in einem ungeheizten Zimmer, in welches Sonnenstrahlen infolge seiner Lage nicht einfallen konnten. Auch die in meinem Arbeitszimmer untergebrachten Tiere waren gegen Besonnung geschützt.

Die Schnecken der ersten und zweiten Gruppe wurden in offenen hölzernen Kisten aufbewahrt, während die der dritten Gruppe sich in trockenem Hafer befanden, mit dem eine große Kiste angefüllt war.

Ihrer Lage im Freien entsprechend, wurden alle Versuchstiere so gelegt, daß die durch das Epiphragma verschlossene Gehäusemündung nach oben sah.

Das Gewicht der Schnecken schwankte zwischen 16,09 und 27,68 g; es waren also gut genährte, erwachsene Exemplare.

Am 26. März 1903, also nach 5 Monaten, betrugen die Gewichtsverluste:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper:

bei Gruppe I = 13,77–15,93%,
„ „ II = 5,02– 5,71%,
„ „ III = 2,73– 4,12%;

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper:

bei Gruppe I = 17,86–20,22%,
„ „ II = 6,51– 7,35% und
„ „ III = 3,92– 5,42%.

Im Durchschnitt betrug der Gewichtsverlust der gedeckelten Weinbergschnecken während der fünfmonatlichen Winterruhe (26. Oktober 1902 bis 26. März 1903):

a) in Berechnung auf den beschalten Körper:

bei Gruppe I = 15,14%,
„ „ II = 5,41%,
„ „ III = 3,34%;

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper:

bei Gruppe I = 19,36%,
„ „ II = 6,99%,
„ „ III = 4,47%.

Bezeichnen wir die Gewichtsverluste der Gruppe III als 1, so sind

die der Gruppe II:

a) 1,62 für die beschalten,
b) 1,56 für die unbeschalten Körper;

die der Gruppe I:

a) 4,53 für die beschalten,
b) 4,33 für die unbeschalten Körper.

Das heißt:

1. Gedeckelte Weinbergschnecken, die vom 26. Oktober bis 26. März in offener Kiste im ungeheizten Zimmer gehalten wurden, erfuhren 1,62 bzw. 1,56 mal so große Gewichtsverluste als ihre Artgenossen, die in demselben Zimmer in Hafer eingebettet lagen.

2. Gedeckelte Schnecken, die vom 26. Oktober bis 26. März in offener Kiste im geheizten Zimmer untergebracht waren, erfuhren 4,53 bzw. 4,33 mal so große Gewichtsverluste als jene, die im ungeheizten Zimmer im Hafer lagen.

Daß die in Hafer eingebetteten Schnecken geringere Gewichtsverluste erfuhren als jene, die in demselben Raume in einer offenen Kiste lagen, rührt hauptsächlich daher, daß der Hafer die Wasserverdunstung verzögerte. Weinbergschnecken, die den Winter in der freien Natur in der Erde liegend verbringen, erfahren wohl noch geringere Gewichtsverluste als die in Hafer liegenden, da der Erdboden während des Winters immer etwas feucht ist und daher die Wasserverdunstung noch mehr verzögert als trockener Hafer.

Zu anderen Resultaten kam V. Gredler (36, S. 73 u. 74), der ähnliche Versuche mit Weinbergschnecken ausführte. Im Nachrichtenblatt der Deutschen Malakologischen Gesellschaft schreibt er 1892: „Zu dem Ende" (um die Gewichtsveränderungen kennen zu lernen) „ließ ich im Oktober des vorigen Jahres zwei Partien *Helix pomatia* von je 100 Stücken separat legen, die eine in Hafer einbetten, die andere offen aufbewahren, und wog sie vorerst genau. Erstere Partie, die in Hafer gelegt wurde, wog 98, letztere 90 Dekagramm. Am 6. März dieses Jahres unterzog ich sie dann der abermaligen Wägung und siehe da! die eingebetteten wiesen eine Gewichtszunahme von $2^1/_4$, die freigelegenen eine Abnahme von $^1/_2$ Dekagramm auf."

Die in Hafer gesteckten Schnecken wogen demnach im Oktober 1891 980 g und am 6. März 1892 1002,5 g, hätten also eine Gewichtszunahme von 22,5 g oder 2,30 % erfahren, wogegen meine Tiere ihr Gewicht um 2,73 bis 4,12 % verminderten.

Die offen aufbewahrten Schnecken Gredlers wogen im Oktober 1891 900 g und am 6. März 1892 895 g, hatten also einen Gewichtsverlust von 5 g oder 0,56 % erfahren, während meine im ungeheizten Zimmer offen aufbewahrten Schnecken in annähernd derselben Zeit ihr Gewicht um 5,02 bis 5,71 % verminderten.

Eine Erklärung für den Gewichtszuwachs seiner im Hafer liegenden gedeckelten Weinbergschnecken gibt Gredler nicht. Ich selbst halte einen Gewichtszuwachs gedeckelter Schnecken für ausgeschlossen und

die Gewichtsverluste der von Gredler offen aufbewahrten für viel zu gering. Auch wenn der Hafer feucht gewesen wäre, hätten die in ihm liegenden gedeckelten Schnecken keinen Gewichtszuwachs erfahren, da sie, wie ich bereits ausgeführt habe, nicht hygroskopisch sind, also aus feuchter Luft kein Wasser aufzunehmen vermögen.

Entweder unterlief beim Wägen der Haferschnecken ein Fehler, oder es wurden nach der ersten Wägung von unberufener Seite einige Schnecken weggenommen und andere, schwerere zugelegt. Es wäre das nicht ausgeschlossen, da Gredler keine besonders empfindliche Wage benützte, — er rechnet nach Dg — und weil er, wie aus seinem Bericht zu entnehmen ist, die Schnecken nicht selbst an den Aufbewahrungsort brachte, nicht selbst in den Hafer legte und jedenfalls auch nicht selbst wieder daraus hervorholte. Im übrigen gibt Gredler auch nicht an, an welchem Ort er seine Schnecken aufbewahrt hatte.

Meine Versuchstiere wogen im Oktober 1902 16,09—27,68 g pro Stück. Am 26. März 1903 hatten sie ihr Gewicht, je nach der Aufbewahrungsart, um 2,73—15,93% verringert.

Um zu zeigen, daß die Gehäusegewichte in keinem bestimmten Verhältnis zum Körpergewichte der Schnecken stehen, und daß auch während der Winterruhe leichtere Schnecken nicht immer größere Gewichtsverluste erfahren als schwerere, will ich einige Beispiele anführen.

Nr.	In Hafer gelegt	Aus dem Hafer genommen	Gewicht: der Schnecke beim Einlegen in Hafer g	Gewicht: des Gehäuses g	Gewicht: des unbeschalten Körpers g	Gewichtsverlust: in g	Gewichtsverlust: in % des beschalten Körpers	Gewichtsverlust: in % des unbeschalten Körpers
1	26. X. 02	26. III. 03	16,09	4,06	12,03	0,50	3,11	4,16
2	,,	,,	16,49	3,94	12,55	0,68	4,12	5,42
3	,,	,,	17,97	4,83	13,14	0,60	3,23	4,57
4	,,	,,	19,66	4,37	15,29	0,74	3,76	4,84
5	,,	,,	19,73	5,36	14,37	0,59	2,99	4,10
6	,,	,,	21,27	6,48	14,79	0,58	2,73	3,92
7	,,	,,	23,79	5,03	18,76	0,82	3,45	4,37

Bei den Schnecken, die ich in offener Kiste im ungeheizten Zimmer aufbewahrt hatte, nahm ich auch während des Winters Wägungen vor; dabei ergab sich, daß die relativen Gewichtsverluste in der ersten Zeit am größten sind, mit sinkender Lufttemperatur abnehmen, bei steigender Temperatur wieder größer werden, stets aber hinter den in den ersten 14 Tagen erlittenen Verlusten zurückbleiben.

Man vergleiche die Gewichtsverluste der Schnecke, deren Gewichtsveränderungen in Tabelle a der Serie III (S. 166) aufgezeichnet sind.

Am 26. März 1903 wurden die Hafer-Schnecken diesem entnommen und in demselben Zimmer in einer mit einem Drahtnetz bedeckten Kiste aufbewahrt.

Mitte Mai hatten die meisten Tiere — auch die, welche den Winter in offener Kiste verbracht hatten — das Epiphragma nicht abgeworfen. Selbst am 1. Juni waren manche noch nicht ausgekrochen. Eine Schnecke — ihre Gewichtsveränderungen sind der Serie III in Tabelle b (S. 167) beigegeben — hatte sogar am 17. Juli 1903, also nach neunmonatlicher Winterruhe, das Epiphragma noch nicht abgeworfen. Nachdem ich es weggenommen, die dahinter befindlichen Schutzhäute entfernt und die Schnecke einem künstlichen Regen unterworfen hatte, kroch sie nach einigen Stunden aus und erhöhte ihr Gewicht durch Wassertrinken:

am 18. Juli um 6,48 g,
am 19. Juli weiter um 1,00 g und
am 21. Juli nochmals um 2,60 g.

Im ganzen nahm die Schnecke durch Wassertrinken um 9,88 g zu. Dabei überschritt sie ihr Gewicht vom 26. Oktober 1902 um 7,39 g oder um 37,25% in Berechnung auf den beschalten, und um 48,32% in Berechnung auf den unbeschalten Körper.

Vom 21. Juli an wurde das Tier auch gefüttert. Es gedieh gut, hatte also durch die lange Winterruhe keinen Schaden genommen, legte aber im Sommer 1903 keine Eier ab. Am 26. Oktober 1902 wog es 19,66 g, am 26. März 1903 18,92 g, am 17. Juli 17,17 g und nach der Wasseraufnahme (Epiphragma mit eingerechnet) 27,05 g. — Das Gehäuse, dessen Gewicht erst nach dem Tode der Schnecke im Jahre 1905 festgestellt wurde, war 4,02 g schwer; das Epiphragma wog 0,350 g.

Ihr Gewicht hatte die Schnecke vermindert:

a) vom 26. Oktober 1902 bis 26. März 1903 um 0,74 g,

b) vom 26. März 1903 bis 17. Juli 1903 um 1,75 g,

also im ganzen um **2,49** g.

In Berechnung auf das Gewicht des beschalten Körpers sind das 12,67%.

Davon entfallen 3,76% auf die Zeit vom 26. Oktober 1902 bis 26. März 1903 und 8,91% auf die Zeit vom 26. März 1903 bis 17. Juli 1903.

In Berechnung auf das Gewicht des unbeschalten Körpers hatte die Schnecke ihr Gewicht um 16,29% vermindert und zwar

vom 26. Oktober 1902 bis 26. März 1903 um 4,84% und
vom 26. März 1903 bis 17. Juli 1903 um 11,45%.

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung, wie sehr die Wasserverdunstung auch bei den gedeckelten Schnecken durch höhere Lufttemperatur beschleunigt wird. Näheres zeigen die zu Serie III gehörende Tabelle b (S. 167) und die graphische Tafel (S. 168).

Eine Frage, die sich unwillkürlich aufdrängt, ist: „Warum differierten die für gleiche Zeitabschnitte ermittelten relativen Gewichtsverluste gedeckelter Weinbergschnecken auch dann, wenn die Tiere unter gleichen Bedingungen gehalten und die Gewichtsverluste auf den unbeschalten Körper bezogen wurden?“

Bei den Austrocknungsversuchen mit *Helix arbustorum*, *Helix nemoralis* und *Helix pomatia* wurde gefunden:

„Unter sonst gleichen Bedingungen erfahren wasserreiche Schnecken in einer bestimmten Zeit relativ größere Gewichtsverluste als solche mit mittlerem Wassergehalt, und diese selbst erfahren wieder größere Verluste als ihre Artgenossen mit geringerem Wasservorrat.“

Die Wahrheit dieses Satzes bestätigte sich auch dann, wenn die Schnecken nicht umherkrochen, sondern sich mit einer Aufhängehaut festgesetzt oder ihre Gehäusemündung durch eine Schutzhaut verschlossen hatten und in Lethargie verfallen waren.

Helix pomatia. Tabelle a zu Serie III.

Gewichtsverluste eines gedeckelten Tieres während der Winterruhe. Es lag in einer offenen Kiste im ungeheizten Zimmer.

Prozentfaktor = 5,787.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten: in		täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1902									
26. X.			17,28						
9. XI.	14	14	16,96	0,32	1,85	0,132	0,32	1,85	0,132
26. XI.	17	31	16,79	0,17	0,98	0,058	0,49	2,83	0,091
19. XII.	23	54	16,66	0,13	0,75	0,033	0,62	3,58	0,066
1903									
26. III.	97	151	16,01	0,65	3,76	0,039	1,27	7,34	0,049
2. V.	37	188	15,67	0,34	1,97	0,053	1,61	9,32	0,050
3. V.	1	189	24,69	+9,02	52,20	—	+7,41	42,88	Wasser getrunken

Anmerkungen:

1. Am 2. Mai 1903 hatte die Schnecke, die in einem ungeheizten Zimmer in einer mit Drahtnetz bedeckten Kiste lag, ihr Epiphragma noch nicht abgeworfen; deshalb nahm ich es weg. Die Schnecke lebte und hatte hinter dem Epiphragma 4 Schutzhäute gebildet.
2. Am 2. Mai 1903 wurde die Schnecke getränkt. Am 3. Mai wog die unbeschalte Schnecke = 24,69 g.
3. Gehäuse der Schnecke = 4,54 g; Epiphragma = 0,420 g; zusammen = 4,96 g. Beschalte Schnecke nach der Wasseraufnahme = 29,23 g.
4. In Berechnung auf das Gewicht vom 2. Mai 1903 hatte die Schnecke durch Wassertrinken am 3. Mai ihr Gewicht um 57,56 % vermehrt.

Tritt nun an Stelle der Schutzhaut ein Epiphragma, also eine Schutzhaut, der auf der Außenseite Kalk aufgelagert ist, so wird auch dann noch eine wasserreichere Schnecke in einer bestimmten Zeit und unter gleichen Bedingungen einen relativ größeren Gewichtsverlust erfahren als eine solche ihrer Art, die weniger Wasser besitzt.

Helix pomatia. Tabelle b zu Serie III.

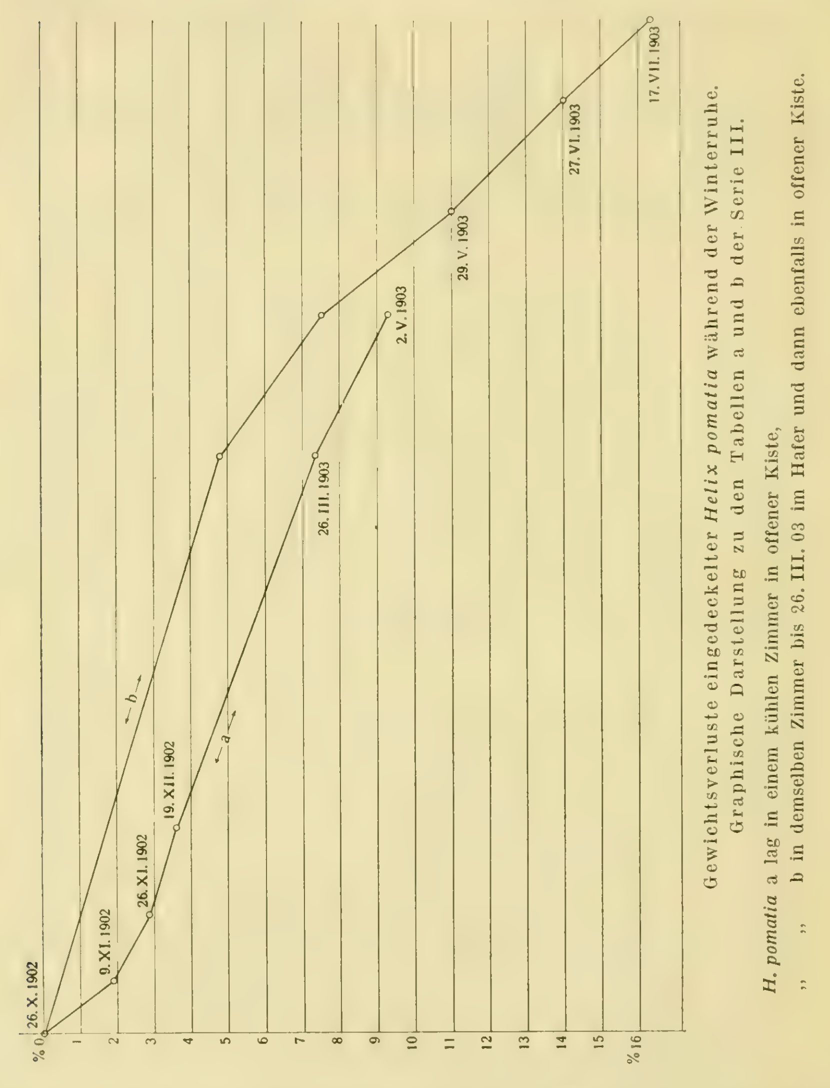
Gewichtsverluste einer mit einem Epiphragma versehenen Schnecke.
In Hafer gelegen vom 26. Oktober 1902 bis 26. März 1903.
Prozentfaktor = 6,5402.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuchs	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten: in		Gewichtsverlust von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten: täglich	Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: in		Gewichtsverlust seit Beginn des Versuchs: täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1902									
26. X.			**15,29**						
1903									
26. III.	151	151	14,55	0,74	4,84	0,032	0,74	4,84	0,032
2. V.	37	188	14,14	0,41	2,68	0,072	1,15	7,52	0,040
29. V.	27	215	13,61	0,53	3,47	0,125	1,68	10,99	0,051
27. VI.	29	244	13,14	0,47	3,07	0,106	2,15	14,06	0,057
17. VII.	20	264	**12,80**	0,34	2,23	0,111	**2,49**	**16,29**	0,062
18. VII.			19,08	+6,28	+41,07		+3,79	+24,78	
19. VII.			20,08	+1,00	+ 6,54		+4,79	+31,32	
21. VII.			22,68	+2,60	+17,00		+7,39	+48,32	

Anmerkungen:

1. Am 26. Oktober 1902 wog die beschalte Schnecke = 19,66 g.
2. Gehäuse mit Epiphragma = 4,37 g,
   Epiphragma = 0,35 g,
   Gehäuse = 4,02 g.
3. Vom 26. Oktober 1902 bis 26. März 1903 lag die Schnecke im ungeheizten Zimmer im Hafer; daher der geringe Gewichtsverlust.
4. Vom 26. März bis 17. Juli 1903 lag die Schnecke in genanntem Zimmer in einer mit Drahtnetz bedeckten Holzkiste. Da sie auch jetzt ihr Epiphragma nicht abgeworfen hatte, wurde es von mir weggenommen und die Schnecke an drei aufeinanderfolgenden Tagen getränkt und dann nach der am 21. Juli stattgehabten Wägung gefüttert.
5. Am 21. Juli 1903 hatte die Schnecke durch Wassertrinken das Gewicht ihres unbeschalten Körpers vom 17. Juli um 57,73% vermehrt.
6. In Berechnung auf das Gewicht des beschalten Körpers reduzierte die Schnecke (vom 26. Oktober 1902 bis 17. Juli 1903) ihr Gewicht um 12,67%.

Daß gedeckelte Weinbergschnecken, die während der Winterruhe unter völlig gleichen Bedingungen gehalten wurden, relativ ungleichgroße Gewichtsver-



Gewichtsverluste eingedeckelter *Helix pomatia* während der Winterruhe.
Graphische Darstellung zu den Tabellen a und b der Serie III.

H. pomatia a lag in einem kühlen Zimmer in offener Kiste,
„ „ b in demselben Zimmer bis 26. III. 03 im Hafer und dann ebenfalls in offener Kiste.

luste erfuhren, rührt also daher, daß die Schnecken zur Zeit der Epiphragmabildung keinen relativ gleichen Wassergehalt hatten.

Daß die Gewichtsabnahme der Weinbergschnecke während der Winterruhe eine geringere ist als während einer Hunger-

periode (Trockenstarre im Sommer) von gleicher Dauer und bei annähernd gleicher Temperatur, fiel auch Krahelska (55, S. 381) und Kühn (56a, S. 154) auf.

Haben die im Sommer hungernden Schnecken eine Schutzhaut und die in der Winterruhe liegenden ein Epiphragma gebildet, so ist nach den vorstehend gemachten Ausführungen der geringere Gewichtsverlust der in der Winterruhe liegenden Schnecken darauf zurückzuführen, daß sie bedeutend weniger Wasser enthalten, deshalb auch einen geringeren Stoffwechsel haben und weniger Wasser durch Verdunstung abgeben als die während einer Trockenperiode im Sommer hungernden Artgenossen.

Vierte Serie.

α) Austrocknungsversuche mit Weinbergschnecken, die im Oktober gesammelt wurden.

Die Tatsache, daß manche Weinbergschnecken nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf so viel Wasser trinken, daß sie ihr ursprüngliches Gewicht — d. h. das Gewicht nach erfolgter Epiphragmabildung — in bezug auf das Gewicht des beschalten Körpers um 37% und in Berechnung auf das des unbeschalten Körpers um 48% überschreiten, zeigt ohne weiteres, daß die Schnecken zur Zeit der Epiphragmabildung keinen hohen Wassergehalt hatten.

Mich interessierten zwei Fragen:

Erstens: Wie lange können die Weinbergschnecken mit dem Wasser, das sie nach erfolgter Eindeckelung enthalten, leben, ohne Schaden zu nehmen?

Zweitens: Wie viel Wasser hatten die Schnecken — in Berechnung auf ihren früheren höchsten Wassergehalt — bis zur Epiphragmabildung schon abgegeben?

Zur Lösung der ersten Frage benützte ich 50 Weinbergschnecken, die ich am 14. Oktober 1898 einsammelte und bis zum Frühling 1899 im offenen Speicher in einer mit einem Drahtnetz

bedeckten Kiste hielt. Am 24. Oktober waren sämtliche Schnecken gedeckelt.

Weil sie sich am 16. Mai 1899 noch nicht abgedeckelt hatten, nahm ich die Epiphragmen weg und entfernte dann auch die hinter ihnen angebrachten 4 bis 5 Schutzhäute.

Die Schnecken kamen hervor, krochen lebhaft umher und wurden dann einzeln in hölzernen, mit engmaschigen Drahtnetzen bedeckten Kästchen gehalten.

Vom 24. Oktober 1898 bis 15. August 1899 hatten die Schnecken in Berechnung auf das Gewicht des beschalten Körpers 14—16% und, wie ich später feststellte, in Berechnung auf das Gewicht des unbeschalten Körpers 20 bis 23% eingebüßt.

Nun wurden die Tiere getränkt. Obgleich sie in Wasser getaucht wurden, währte es mehrere Stunden, bei manchen sogar 1 bis 2 Tage, bis sie auskrochen. Hieraus erkennt man, daß die Schnecken den höchsten Austrocknungsgrad, den sie, ohne Schaden zu nehmen, ertragen können, erreicht hatten. Diejenigen Tiere, die nach der Tränkung regelmäßig gefüttert wurden, erholten sich wieder und deckelten sich im Oktober ein, während jene, die nur Wasser erhielten, im September und November zugrunde gingen.

Nur eine einzige Schnecke überdauerte den Winter; sie erzeugte aber kein Epiphragma, sondern nur eine ganz dünne Schutzhaut. Am 7. April 1900 war sie zum Auskriechen unfähig, und Mitte April war sie vertrocknet.

Man erkennt hieraus: Bei dem Wasservorrat, den sie nach der Epiphragmabildung besitzen, können die Weinbergschnecken, die nach der Winterruhe auskriechen, aber ohne Nahrung bleiben, 10 bis 10½ Monate hungern und dürsten, ohne Schaden zu nehmen.

Selbstredend müssen sie nach der langen Hungerkur und dem großen Wasserverlust regelmäßig gefüttert und getränkt werden, wenn sie am Leben bleiben sollen.

Zur Lösung der zweiten Frage verhalfen mir die mit den Weinbergschnecken angestellten Zuchtversuche. Um festzustellen, welche Gewichtszunahme erwachsene Weinbergschnecken im Laufe eines Sommers erfahren, wurden einige von den im Freien untergebrachten Tieren — ich hatte sie nummeriert, um eine Verwechslung zu verhüten — von Zeit zu Zeit heimgeholt,

vermittelst eines künstlichen Regens getränkt und andern Tags gewogen.

Dieses Verfahren war nötig, weil man einen Gewichtszuwachs, d. h. eine Vermehrung der Körpersubstanz, bei Schnekken nur dann feststellen kann, wenn die Tiere bei jeder Wägung relativ gleichviel Wasser besitzen und den Darm entleert haben.

Das größte Gewicht hatten die erwachsenen Schnecken vor der Eiablage; nach derselben waren sie selbstredend bedeutend leichter geworden, nahmen dann bis Anfang September wieder zu, blieben aber hinter dem Gewichte, das sie unmittelbar vor der Eiablage hatten, merklich zurück.

Von Mitte September ab konnte bei den erwachsenen Schnecken ein Gewichtszuwachs nicht mehr festgestellt werden.

Von dem Gewichte, das die Schnecken nach der Mitte September vorgenommenen Tränkung besaßen, hatten sie nach erfolgter Epiphragmabildung wieder 30 bis 33 % eingebüßt. Auf den unbeschalten Körper bezogen, bedeutet das eine Gewichtseinbuße von 35 bis 41 %. Herbeigeführt wurde dieser Gewichtsverlust nicht durch Kotausscheidungen, auch nicht durch Verbrauch von Reservestoffen, sondern durch Wasserverlust.

Infolge Wasserverlustes reduzierten wasserreiche Weinbergschnecken bis zur Epiphragmabildung ihr Gewicht:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper um **30** bis **33** %,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper um **36** bis **41** %.

β. Gewichtsschwankungen bei erwachsenen Weinbergschnecken, die nach zehnmonatlicher Hungerkur bei Wasser und Futter im Freien gehalten wurden.

Weil es von Interesse sein dürfte, die Gewichtsschwankungen kennen zu lernen, die sich bei solchen erwachsenen Weinbergschnecken zeigten, die vor und nach einer zehnmonatlichen Hungerkur bei Wasser und Futter im Freien gehalten wurden, habe ich der Serie IV eine graphische Tafel und zwei Tabellen beigegeben, in denen

die Gewichte eingetragen sind, die eines meiner Versuchstiere vom 10. September 1901 bis zum 21. Juli 1903 aufwies.

In Tabelle a (S. 174) und der graphischen Tafel (S. 176) beziehen sich die relativen Gewichtsveränderungen auf die beschalte, in Tabelle b (S. 175) auf die unbeschalte Schnecke.

Bei der am 11. September 1901 vorgenommenen Wägung hatte die Schnecke in der Nacht zuvor Wasser getrunken und den Darm entleert. Bei den in den Jahren 1902 und 1903 vorgenommenen Wägungen wurde das Tier tags zuvor nicht absichtlich getränkt.

Nachdem sich die Schnecke im Oktober 1901 eingedeckelt hatte, legte ich sie in einem ungeheizten Zimmer in eine offene Kiste. Am 2. Februar 1902 holte ich sie zu Demonstrationszwecken in mein Arbeitszimmer und legte sie auf eine von der Sonne beschienene Fensterbank. Die Schnecke warf das Epiphragma ab, stieg an der Wand empor und setzte sich an der Zimmerdecke fest. Im Frühling kroch sie während eines starken Regens — die Fenster waren geöffnet worden, um zu sehen, ob die Schnecke auf feuchte Luft reagiere — noch einmal aus, bewegte sich etwa 50 cm weit fort, hängte sich dann wieder mit einer Aufhängehaut fest und kam selbst bei feuchtestem Wetter nicht mehr hervor.

Am 18. August 1902 nahm ich die Schnecke ab. Sie lebte, kroch aber trotz öfteren Eintauchens in Wasser von 18° C erst nach 3 Stunden aus, trank dann aber in einigen Stunden 7,12 g Wasser und erholte sich bei guter Nahrung ganz vorzüglich.

Obgleich die Schnecke vom 26. Oktober 1901 bis 18. August 1902, also zehn Monate lang gehungert und gedürstet hatte, deckelte sie sich schon am 5. Oktober 1902 wieder ein und erwachte erst am 4. Juni 1903 aus dem Winterschlaf. Die Ruhepause hatte diesmal 8 Monate gewährt.

Am 12. August 1903 setzte sie Eier ab, und im Mai 1904 starb sie aus Altersschwäche.

Über die Gewichtsveränderungen geben die der Serie IV beigegebenen Tabellen (S. 174 und 175 und die graphische Tafel (S. 176) Auskunft. Hier möchte ich nur auf einige Punkte hinweisen:

1. Vom 11. September 1901 bis nach der am 26. Oktober 1901 erfolgten Epiphragmabildung hatte die Schnecke einen Gewichtsverlust von 7,37 g erfahren. Das sind:

a) auf den beschalten Körper bezogen = **32,30 %**,

b) auf den unbeschalten Körper bezogen = **39,37 %**.

2. Vom 26. Oktober 1901 bis 18. August 1902 erfuhr die Schnecke einen Gewichtsverlust von 2,27 g.

Drückt man diesen Verlust in Prozenten des Gewichtes aus, das die Schnecke nach der Epiphragmabildung am 26. Oktober 1901 besaß, so beträgt er:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper = **14,69 %**,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper = **20,00 %**.

Auf das Gewicht bezogen, das die wasserreiche Schnecke vor der Epiphragmabildung am 11. September 1901 besaß, betrug der Gewichtsverlust vom 26. Oktober 1901 bis 18. August 1902:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper = **9,95 %**,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper = **12,13 %**.

Ein richtiges Bild von den relativen Gewichtsverlusten gedeckelter Weinbergschnecken würde man also nur dann erhalten, wenn man die Verluste, wie obiges Beispiel zeigt, auf die Gewichte berechnete, welche die wasserreichen Schnecken im vorangegangenen Spätsommer hatten.

3. In bezug auf das Gewicht ihres wasserreichen Körpers hatte die Schnecke vom 11. September 1901 bis zum 18. August 1902 **9,46** g von ihrem Gewichte eingebüßt. Das sind:

a) in Berechnung auf den beschalten Körper = **42,24 %**,

b) in Berechnung auf den unbeschalten Körper = **51,50 %**.

4. Obgleich der Schnecke im Sommer 1902 nur **48** Tage für die Nahrungsaufnahme zur Verfügung standen, hatte sie nach der am 22. Oktober 1902 erfolgten Eindeckelung ihr Gewicht vom Vorjahre (also das vom 26. Oktober 1901) um **1,18** g oder **10,66 %** überschritten.

Helix pomatia. Tabelle a zu Serie IV β.

Gewichtsveränderungen einer erwachsenen Weinbergschnecke meiner Zucht.
Gehäuse = 4,10 g. Prozentfaktor = 4,3821.

Datum der Wägung	Zwischen zwei Wägungen liegen	Gewicht der beschalten Schnecke	Ab- und Zunahme der Schnecke: von einer Wägung zur nächsten in		täglich	seit Beginn des Versuchs in		Bemerkungen
	Tage	g	g	%	%	g	%	
1901								
11. IX.		22,82						11. IX. 01, wasserreich. Darm entleert.
26. X.	45	15,45	− 7,37	32,30		−7,37	32,30	26. X. 01, eingedeckelt. Am 2. II. 02 kroch sie aus, blieb aber bis 18. VIII. 02 ohne Wasser u. ohne Futter.
1902								
18. VIII.	296	13,18	− 2,27	9,95	0,034	−9,64	42,24	
19. VIII.	1	20,30	+ 7,12	31,20		−2,52	11,04	19. VIII. 02, erhielt Wasser.
20. VIII.	1	20,62	+ 0,32	1,40		−2,20	9,64	20. VIII. 02, erhielt Wasser.
23. VIII.	3	21,63	+ 1,01	4,43		−1,19	5,21	23. VIII. 02, gefüttert von jetzt ab.
24. VIII.	1	21,80	+ 0,17	0,74		−1,02	4,47	
25. VIII.	1	22,70	+ 0,90	3,94		−0,12	0,53	
26. VIII.	1	22,38	− 0,32	1,40		−0,44	1,93	
27. VIII.	1	20,34	− 2,04	8,94		−2,48	10,87	
28. VIII.	1	20,37	+ 0,03	0,13		−2,45	10,74	
30. VIII.	2	19,75	− 0,62	2,72		−3,07	13,45	
7. IX.	8	26,82	+ 7,07	30,98		+4,00	17,53	
22. X.	45	16,63	−10,19	44,65		−6,19	27,13	22. X. 02, ist eingedeckelt.
26. X.	4	16,49	− 0,14	0,61	0,153	−6,33	27,74	26. X. 02, wird in Hafer gelegt.
9. XI.	14	16,45	− 0,04	0,18	0,013	−6,37	27,91	
1903								
26. III.	137	15,81	− 0,64	2,80	0,020	−7,01	30,72	26. III. 03, wird dem Hafer entnommen.
2. V.	37	15,27	− 0,54	2,37	0,064	−7,55	33,08	
29. V.	27	14,56	− 0,71	3,11	0,115	−8,26	36,20	
4. VI.	6	14,35	− 0,21	0,92	0,153	−8,47	37,12	4. VI. 03, Winterdeckel abgeworfen.
5. VI.	1/2	20,51	+ 6,16	26,99		−2,31	10,12	5. VI. 03, die Schnecke erhält zuerst Wasser, dann Futter.
5. VI.	1/2	24,03	+ 3,52	15,38		+1,21	5,30	
25. VI.	20	21,57	− 2,46	10,78		−1,25	5,48	
26. VI.	1	26,42	+ 4,85	21,25		+3,60	15,78	
21. VII.	25	28,49	+ 2,07	9,07		+5,67	24,85	

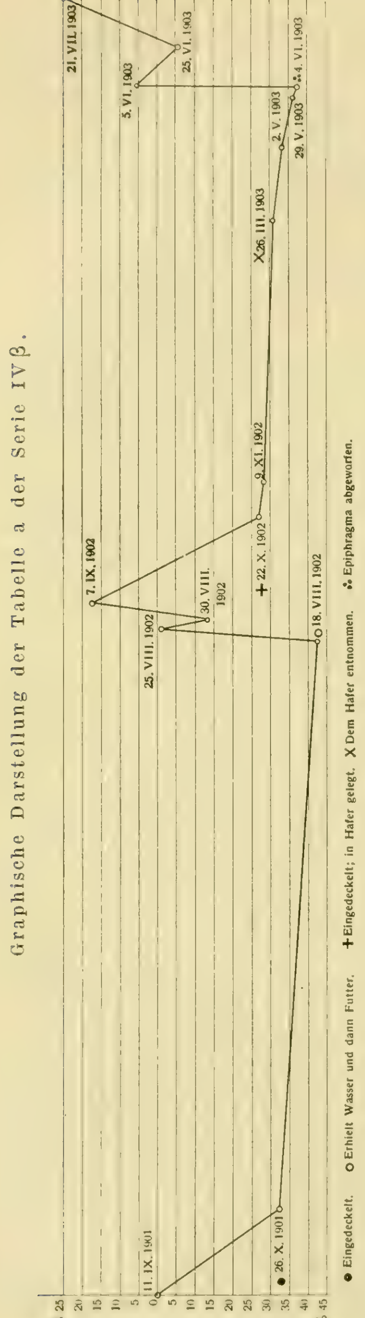
12. VIII. 1903: die Schnecke legt Eier ab. — Am 5. Oktober 1903 deckelte sie sich ein, und im Mai 1904 ging sie infolge Altersschwäche ein.

Helix pomatia. Tabelle b zu Serie IV β.

Ist dieselbe Weinbergschnecke wie in Tabelle a; aber die Berechnungen beziehen sich auf den unbeschalten Körper. Prozentfaktor = 5,3418.

Datum der Wägung	Zwischen zwei Wägungen liegen	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Ab- und Zunahme der Schnecke: von einer Wägung zur nächsten in		täglich	seit Beginn des Versuchs in		Bemerkungen
	Tage	g	g	%	%	g	%	
1901								
11. IX.		18,72						11. IX. 01, wasserreich. Darm entleert.
26. X.	45	11,35	− 7,37	39,37		−7,37	39,37	26. X. 01, eingedeckelt. Am 2. II. 02 kroch sie aus, blieb aber bis 18. VIII. 02 ohne Wasser u. ohne Futter.
1902								
18. VIII.	296	9,08	− 2,27	12,13	0,041	−9,64	51,50	
19. VIII.	1	16,20	+ 7,12	38,03		−2,52	13,46	19. VIII. 02, erhielt Wasser.
20. VIII.	1	16,52	+ 0,32	1,71		−2,20	11,75	20. VIII. 02, erhielt Wasser.
23. VIII.	3	17,53	+ 1,01	5,40		−1,19	6,36	23. VIII. 02, gefüttert von jetzt ab.
24. VIII.	1	17,70	+ 0,17	0,91		−1,02	5,45	
25. VIII.	1	18,60	+ 0,90	4,81		−0,12	0,64	
26. VIII.	1	18,28	− 0,32	1,71		−0,44	2,35	
27. VIII.	1	16,24	− 2,04	10,90		−2,48	13,25	
28. VIII.	1	16,27	+ 0,03	0,16		−2,45	13,09	
30. VIII.	2	15,65	− 0,62	3,31		−3,07	16,40	
7. IX.	8	22,72	+ 7,07	37,77		+4,00	21,37	
22. X.	45	12,53	−10,19	54,43		−6,19	33,07	32. X. 02, ist eingedeckelt.
26. X.	4	12,39	− 0,14	0,75	0,187	−6,33	33,81	26. X. 02, wird in Hafer gelegt.
9. XI.	14	12,35	− 0,04	0,21	0,152	−6,37	34,03	
1903								
26. III.	137	11,71	− 0,64	3,42	0,025	−7,01	37,45	26. III. 03, wird dem Hafer entnommen.
2. V.	37	11,17	− 0,54	2,88	0,078	−7,55	40,33	
29. V.	27	10,46	− 0,71	3,79	0,140	−8,26	44,12	
4. VI.	6	10,25	− 0,21	1,12	0,187	−8,47	45,25	4. VI. 03, Epiphragma abgeworfen.
5. VI.	1/2	16,41	+ 6,16	32,91		−2,31	12,34	5. VI. 03, die Schnecke erhielt zuerst Wasser, dann Futter.
5. VI.	1/2	19,93	+ 3,52	18,80		+1,21	6,46	
25. VI.	20	17,47	− 2,46	13,14		−1,25	6,68	
26. VI.	1	22,32	+ 4,85	25,91		+3,60	19,23	
21. VII.	25	24,39	+ 2,07	11,06		+5,67	30,29	

Während der Winterruhe vom 22. X. 02 bis 4. VI. 03, also in 225 Tagen, verlor die Schnecke von ihrem Gewichte = 2,28 g = 12,18 %, macht täglich = 0,054 %.



Gewichtsveränderungen einer erwachsenen *Helix pomatia* meiner Zucht in der Zeit vom 11. IX. 1901 bis 21. VII. 1903. Nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf wurde die Schnecke unter normalen Lebensbedingungen gehalten.

Es dürfte das — da ein Gehäusezuwachs nicht festgestellt werden konnte — ein Beweis dafür sein, daß die Reservestoffe, die während einer zehnmonatlichen Hungerkur verbraucht wurden, in 48 Tagen wieder ersetzt werden konnten.

Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse.

1. Wasserreiche Weinbergschnecken, die zu Beginn der Austrocknungsversuche den Darm von Kot befreit hatten, ertrugen Gewichtsverluste von 50 bis 54%, ohne Schaden zu nehmen, wenn ihnen dann Wasser und Futter gereicht wurde.

2. Wasserreiche Weinbergschnecken, mit denen die Austrocknungsversuche im Hochsommer begonnen wurden, erlitten im ersten Monat ebenso große Gewichtsverluste als in den folgenden vier bzw. neun Monaten.

Ein Epiphragma bildeten sie nicht, wohl aber verschlossen sie ihre Gehäusemündung mit Schutzhäuten. Obgleich diese – mit Ausnahme vom 21. Januar bis 7. April – allmonatlich einmal entfernt

wurden, konnten die Schnecken, die bis Mitte Dezember in einem temperierten Raume, von da an aber in einer ungeheizten Mansarde untergebracht waren, 10 bis 10½ Monate ohne Wasserzufuhr aushalten, ohne dabei Schaden zu nehmen. Hätte man die Schutzhäute nicht weggenommen und die Schnecken mit Beginn der kühleren Jahreszeit in einem trockenen, kühlen Raume untergebracht, so hätten sie sicher ein ganzes Jahr hungern und dürsten können.

3. Weinbergschnecken, die im Hochsommer nach 14tägiger Trockenheit gesammelt und vor Beginn der Austrocknungsversuche nicht getränkt wurden, ertrugen Gewichtsverluste von 38 bis 44%, konnten 9 bis 9½ Monate hungern und dürsten und erholten sich wieder, wenn ihnen dann Wasser und Futter zur Verfügung standen.

Exkremente schieden die Schnecken während der Versuche nicht ab. Es ist das ein Beweis dafür, daß sie in den letzten Tagen vor Beginn der Versuche keine Nahrung zu sich genommen hatten.

Wie ich bei meinen Zuchtversuchen beobachtet habe, ziehen sich die Weinbergschnecken, sobald Trockenheit eintritt, in ihr Gehäuse zurück, verschließen es durch eine Membran und kriechen, wenn der Boden trocken geworden ist, auch nachts nicht mehr aus, um ihrer Nahrung nachzugehen.

Daß die Schnecken schon nach einem Gewichtsverluste von 38 bis 44% in der Nähe der Lebensgrenze angekommen waren, rührt daher, daß sie schon beim Einbringen ziemlich viel Wasser durch Verdunstung abgegeben hatten. Aus diesem Grunde betrug der Gewichtsverlust im ersten Versuchsmonat auch nur 5,04 bis 7,86%, bei den wasserreichen Tieren aber 15 bis 27%.

Ganz allgemein gilt der Satz: Unter sonst gleichen Bedingungen erfahren wasserreiche Schnecken in einer bestimmten Zeit relativ größere Gewichtsverluste als solche mit mittlerem Wassergehalt, und diese selbst erfahren wieder größere Verluste als ihre Artgenossen mit noch geringerem Wasservorrat.

4. Weinbergschnecken, die nach der Winterruhe nicht getränkt wurden, waren — in bezug auf das Gewicht, das sie nach erfolgter Eindeckelung hatten — nach Gewichtsverlusten von 20 bis 25% in der Nähe der Lebensgrenze angekommen. Es ist das ein Beweis dafür, daß die Schnecken vor der Epiphragmabildung sehr viel Wasser durch Verdunstung abgegeben hatten.

Experimentell konnte ich nachweisen, daß wasserreiche Weinbergschnecken vor der Epiphragmabildung ihr Gewicht infolge Wasserverlustes um 35 bis 40% vermindern.

Weinbergschnecken, die nach Abwerfen des Epiphragmas ausgetrocknet wurden, hatten von Ende Oktober bis Mitte August des folgenden Jahres ihr Gewicht durchschnittlich vermindert:

a) in Berechnung auf ihr Gewicht nach erfolgter Eindeckelung, um 20%,

b) in Berechnung auf das Gewicht ihres wasserreichen Körpers, um 52%.

Eine Schnecke verminderte z. B. ihr Gewicht um 2,27 g. In bezug auf ihr Gewicht nach erfolgter Epiphragmabildung waren das 19,99%; auf das Gewicht bezogen, das die wasserreiche Schnecke Mitte September des Vorjahres hatte, waren es aber nur 12,13%.

Ein richtiges Bild von den relativen Gewichtsverlusten (Wasserverlusten) gedeckelter Weinbergschnecken und solcher, die nach Abwerfen des Epiphragmas ohne vorherige Tränkung ausgetrocknet werden, würde man also nur dann erhalten, wenn die relativen Gewichtsverluste nach dem Gewichte berechnet werden könnten, das die wasserreichen Schnecken im vorangegangenen Spätsommer hatten.

Mit dem Wasservorrat, den sie nach der Epiphragmabildung besaßen, konnten erwachsene Weinbergschnecken, die nach der Winterruhe oder infolge Besonnung schon im Februar auskrochen, aber ohne Nahrung blieben, 10 bis 10½ Monate hungern und dürsten, ohne Schaden zu nehmen. Bei Wasser und Futter erholten sie sich vorzüglich, ersetzten die während der Hungerkur verbrauchten Stoffe schon in 48 Tagen, schritten aber erst im folgenden Jahre wieder zur Eiablage.

Diejenigen Schnecken, die nach der Austrocknung nur Wasser erhielten, waren 2 bis 3 Monate später den Hungertod gestorben.

5. Während der Winterruhe (26. Oktober bis 26. März) erfuhren die gedeckelten Weinbergschnecken, unter verschiedenen Bedingungen gehalten, folgende auf den unbeschalten Körper berechnete Gewichtsverluste:

a) im ungeheizten Zimmer in Hafer eingebettet = 3,92 – 5,42%,

b) im ungeheizten Zimmer in offener Kiste liegend = 6,51 – 7,35%,

c) im geheizten Zimmer in offener Kiste liegend = 17,86 – 20,22%,

also so viel wie jene, die nach der Winterruhe auskrochen und bis Mitte August ohne Wasser blieben.

Die in offener Kiste im ungeheizten Zimmer gehaltenen Schnecken erfuhren im Durchschnitt 1,56mal so große Gewichtsverluste als jene, die in demselben Zimmer im Hafer lagen.

Bei den Schnecken, die in offener Kiste im geheizten Zimmer gehalten wurden, betrug der Gewichtsverlust durchschnittlich 4,33mal so viel als bei denen, die im ungeheizten Zimmer im Hafer lagen.

Weinbergschnecken, die den Winter in der freien Natur in der Erde liegend verbringen, erfahren wohl noch geringere Gewichtsverluste als die in Hafer eingebetteten, weil der Erdboden im Winter immer etwas feucht ist, und so die Wasserverdunstung noch mehr reduziert wird als durch trockenen Hafer.

Daß gedeckelte Weinbergschnecken, die während der Winterruhe unter völlig gleichen Bedingungen gehalten wurden, relativ ungleiche Gewichtsverluste erfuhren, ist darauf zurückzuführen, daß die Schnecken nach erfolgter Epiphragmabildung keinen relativ gleichen Wassergehalt hatten.

Bei den Schnecken, die im ungeheizten Zimmer in offener Kiste aufbewahrt wurden, waren die relativen Gewichtsverluste in den ersten Tagen nach der Epiphragmabildung am größten; mit sinkender Lufttemperatur nahmen sie mehr und mehr ab, um bei steigender Temperatur wieder zuzunehmen.

In einem trockenen, kühlen Zimmer gehalten, warfen manche Schnecken selbst nach neunmonatlicher Winterruhe das Epiphragma nicht ab. Vom 26. Oktober bis 17. Juli erfuhren sie Gewichtsverluste von 15 bis 17 %.

Nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf tranken die Schnecken so viel Wasser, daß sie das Gewicht, das sie zu Beginn der Winterruhe hatten, um 30 bis 48 % überschritten.

Weinbergschnecken, die erst Mitte Juli aus dem Winterschlafe erwachten, legten im gleichen Sommer keine Eier ab.

6. Die Gehäusegewichte stehen zum Gewichte der Schneckenkörper in keinem regelmäßigen Verhältnis. Aus diesem Grunde habe ich bei dieser Zusammenstellung die relativen Gewichtsverluste im Gewichte des unbeschalten Schneckenkörpers ausgedrückt.

e) Austrocknungsversuche mit Helix lapicida.

Zwanzig wasserreiche *Helix lapicida* wurden gleichzeitig mit der ersten Serie von *Helix pomatia* ausgetrocknet.

Beide Arten wurden nach mehrtägigem Regen am 5. Juli 1899 eingesammelt und in der Nacht vom 6. zum 7. Juli noch einmal getränkt. Die Austrocknungsversuche begannen, nachdem die Tiere Exkremente abgegeben hatten, am 7. Juli 1899 und währten bis 19. Mai 1900.

Die *Lapiciden* wurden am gleichen Orte aufbewahrt, an denselben Tagen gewogen und genau so behandelt wie die *Helix pomatia* der Serie I.

In der ersten Zeit waren die Gewichtsverluste bei *H. lapicida* im Durchschnitt etwas geringer als bei *Helix pomatia*, da jene die Gehäusemündung durch Andrücken an die Unterlage besser abschließen konnte als diese.

Nach 316 Tagen — 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900 — hatten die *Lapiciden* ihr Gewicht in bezug auf den beschalten Körper um **35** bis **38** % vermindert.

Bei der nun vorgenommenen Tränkung krochen alle Tiere aus, nahmen 0,140 bis 0,153 g Wasser auf und erhöhten dadurch das Gewicht ihres beschalten Körpers um 25 bis 30 %, erreichten aber jenes Gewicht, das sie zu Beginn der Austrocknung hatten, nicht mehr, sondern blieben 5 bis 10 % hinter demselben zurück. Hieraus, sowie aus der Tatsache, daß sich die Schnecken schon einen Monat vor der Tränkung sehr tief in die Gehäuse zurückgezogen hatten, erkennt man, daß die Austrocknung nicht mehr lange hätte fortgesetzt werden können, ohne das Leben der Schnecken zu gefährden.

Dreißig Tage nach der Tränkung waren sämtliche Schnecken, die nur Wasser erhielten, tot, aber nicht vertrocknet, während jene, die nach der Tränkung auch gefüttert wurden, keinen Schaden nahmen. Daraus darf geschlossen werden, daß jene Tiere, die nach der Austrocknung nur Wasser erhielten, verhungert sind.

Wasserreiche *Helix lapicida*, die im Hochsommer gesammelt wurden, konnten also 10 bis 10½ Monate hungern und dürsten, ohne Schaden zu nehmen, wenn sie hierauf Wasser und Futter erhielten.

Sämtliche zu den Austrocknungsversuchen verwendeten *H. lapicida* waren erwachsen. Ihre Gehäuse wogen 0,140 bis 0,250 g.

Helix lapicida.

Ausgetrocknet vom 7. Juli 1899 bis 19. Mai 1900. Die Schnecke war zu Beginn des Versuches sehr wasserreich.

Prozentfaktor = 235,849.

Datum der Gewichtsbestimmung	Versuchsdauer: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten	Versuchsdauer: seit Beginn des Versuches	Gewicht der unbeschalten Schnecke	Gewichtsverlust: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten, in		Gewichtsverlust: von einer Gewichtsbestimmung zur nächsten, täglich	Gewichtsverlust: seit Beginn des Versuches, in		Gewichtsverlust: seit Beginn des Versuches, täglich
	Tage	Tage	g	g	%	%	g	%	%
1899									
7. VII.			**0,424**						
7. VIII.	31	31	0,354	0,070	16,51	0,532	0,070	16,51	0,532
7. IX.	31	62	0,334	0,020	4,72	0,152	0,090	21,23	0,342
7. X.	30	92	0,314	0,020	4,72	0,157	0,110	25,94	0,282
7. XI.	31	123	0,277	0,037	8,73	0,281	0,147	34,67	0,281
28. XI.	21	144	0,275	0,002	0,47	0,022	0,149	35,14	0,244
19. XII.	21	165	0,269	0,006	1,42	0,068	0,155	36,56	0,221
1900									
21. I.	33	198	0,225	0,044	10,38	0,3145	0,199	46,93	0,237
7. IV.	76	274	0,218	0,007	1,65	0,022	0,206	48,58	0,177
19. V.	42	316	**0,211**	0,007	1,65	0,039	0,213	**50,24**	0,159
20. V.	1	317	**0,364**	0,153	**36,08**		0,060	14,15	

Anmerkungen:

1. Zu Beginn des Versuches wog die beschalte, wasserreiche Schnecke = 0,600 g.
2. Das Gehäuse wog = 0,176 g.
3. Vom 19. Dezember 1899 bis 21. Januar 1900 hatte die Schnecke keine Schutzhaut; daher der relativ große Gewichtsverlust.
4. In bezug auf das Gewicht des beschalten Körpers hatte *Helix lapicida* in 316 Tagen einen Gewichtsverlust von 35,50% erfahren.
5. In bezug auf das Gewicht vom 19. Mai 1900 hatte die unbeschalte *Helix lapicida* durch Wassertrinken ihr Gewicht um 72,51% erhöht.

Auf den unbeschalten Körper bezogen, ertrug *Helix lapicida* einen Gewichtsverlust von 50 bis 53%, also denselben wie *Helix pomatia*.

Die Untersuchung ergab: *Helix lapicida* und *Helix pomatia* ertragen einen relativ gleichen Wasserverlust; sie können gleichlang hungern und dürsten und haben ein relativ gleiches Wasserbedürfnis.

Näheres über die Gewichtsveränderungen einer wasserreichen *Helix lapicida* während der Austrocknung und nach der Tränkung wolle der beigegebenen Tabelle (S. 181) entnommen werden.

5. Zusammenstellung der Austrocknungsgrade, die von Gehäuseschnecken ertragen wurden.

Bei den Austrocknungsversuchen wurden die Gewichtsverluste verursacht:

1. durch Wasserabgabe infolge Verdunstung,
2. durch Schleimabscheidung zur Bildung von Aufhänge- und Schutzhäuten,
3. durch Verbrauch von im Schneckenkörper aufgespeicherten Reservestoffen.

Da die trockenen Schutzhäute selbst bei großen Weinbergschnecken nur 0,010 bis 0,0133 g wogen, die Reservestoffe zum größten Teil aus Wasser bestehen, der Stoffwechsel — da die Schnecken in Lethargie verfallen waren — ein sehr minimaler gewesen sein muß, und Ausscheidungen aus Darm und Niere nicht beobachtet wurden: so dürften die Gewichtsverluste, welche die Schnecken während der Austrocknung erfuhren, hauptsächlich durch Wasserverdunstung herbeigeführt worden sein.

Wurden die Versuche im Sommer begonnen, und erhielten die Tiere nach erfolgter Austrocknung Wasser und Futter, so ertrugen sie — ohne Schaden zu nehmen — in bezug auf das Gewicht, das ihre Weichkörper zu Beginn der Versuche hatten, folgende Gewichtsverluste:

Succinea putris = 61%,
Helix arbustorum = 58%,
Helix pomatia = 54%,
Helix lapicida = 53%,
Helix nemoralis = 52%.

Unter gleichen Bedingungen wurden diese Gewichtsverluste erreicht:

bei *Succinea putris* in 6—10 Tagen,
„ *Helix arbustorum* in 3—4 Monaten,
„ „ *pomatia* ⎫
„ „ *lapicida* ⎬ in 10—10½ Monaten.
„ „ *nemoralis* ⎭

Bezüglich ihrer Ausdauer gegen Trockenheit steht *Succinea putris* mit manchen Nacktschnecken auf gleicher Stufe. Unter denselben Bedingungen widersteht ein erwachsener *Arion empiricorum*, *Limax cinereus* oder *Limax cinereoniger* der Trockenheit länger als eine erwachsene *Succinea putris*.

Unter sonst gleichen Bedingungen konnten *Helix pomatia*, *H. lapicida* und *H. nemoralis* der Trockenheit 2½ bis 3 mal so lange widerstehen als *Helix arbustorum*.

Daß *Helix arbustorum* ein größeres Wasserbedürfnis besitzt als *Helix pomatia*, zeigte sich in auffallender Weise bei meinen Zuchtversuchen.

6. Gewichtsverluste durch Kohlensäureausscheidung beim Atemprozeß.

Die durch Kohlensäureausscheidung bedingten Gewichtsverluste habe ich bei den Austrocknungsversuchen nicht besonders berücksichtigt, weil ich aus Zeitmangel diesbezügliche Versuche mit einer größeren Individuenzahl nicht ausführen, geschweige auf einen Zeitraum von 4 bis 10 Monaten ausdehnen konnte, wie das bei den Gehäuseschnecken hätte geschehen müssen, wenn man völlig einwandfreie Resultate hätte erhalten wollen.

Bei den Nacktschnecken, die, wie ich nachgewiesen, sehr rasch austrocknen, werden die Versuchsergebnisse (Gewichtsverluste) durch die beim Atemprozeß abgegebene Kohlensäure sicherlich nicht merklich beeinflußt.

Daß auch bei den Gehäuseschnecken der durch Kohlensäureausscheidung bedingte Gewichtsverlust ein recht minimaler ist im Vergleich zu dem Gesamtgewichtsverluste, den hungernde und dürstende Schnecken in einer bestimmten Zeit erfahren, zeigen die von Pott (88a) im Jahre 1875 gewonnenen Ergebnisse.

Zu seinen beiden Versuchen, die je 6 Stunden währten, benützte Pott sechs Weinbergschnecken, die gleichzeitig in einem Respirator untergebracht waren, durch dessen Glaswände man sie beobachten konnte. Während des Versuches wurde kohlensäurefreie Luft durch den Apparat gesaugt.

Beim ersten Versuch (88a, S. 118)

krochen die Schnecken im Respirator umher. Die Zimmertemperatur wurde nicht gemessen.

Anfangsgewicht der 6 Tiere	132,33 g
Gewicht am Ende des Versuchs	129,05 g
Gewichtsverlust	3,28 g
Von den Schnecken abgegebene Kohlensäure	0,1211 g

Nach dem Anfangsgewicht berechnet, betrug:

a) der Gewichtsverlust	2,479 %,
b) die abgeschiedene Kohlensäure	0,091 %.

Der zweite Versuch (88a, S. 119)

wurde 7 Tage später mit denselben Tieren bei einer Zimmertemperatur von 16° C ausgeführt. Obgleich die Schnecken in der Zwischenzeit zwischen feuchtem Moos aufbewahrt wurden, hatten sie bis zum Beginn des zweiten Versuches ihr Gewicht um 11,04 g oder, in Berechnung auf ihr Gewicht zu Beginn des ersten Versuches, um 8,342 % vermindert.

Anfangsgewicht zu Beginn des zweiten Versuches	118,01 g
Endgewicht	116,60 g
Gewichtsverlust	1,41 g
Abgegebene Kohlensäure	0,0644 g

Nach dem Gewichte berechnet, das die Schnecken zu Beginn des zweiten Versuches hatten, betrug:

a) der Gewichtsverlust	1,1944 %,
b) die abgegebene Kohlensäure	0,0545 %.

Ein relativ richtiges Bild von der abgegebenen Kohlensäure erhält man aber nur dann, wenn man der Berechnung das Gewicht zugrunde legt, das die Schnecken zu Beginn des ersten Versuches hatten. Darnach betrug beim zweiten Versuch:

a) der Gesamtgewichtsverlust	1,0655 %,
b) das Gewicht der abgegebenen Kohlensäure	0,0486 %.

100 g Schnecken produzierten also in 6 Stunden:

a) kriechend = 0,091 g,

b) den größten Teil der Versuchszeit ins Gehäuse zurückgezogen = 0,049 g Kohlensäure,

während der Gesamtgewichtsverlust betrug:

bei a = 2,479 g,
,, b = 1,0655 g.

In beiden Fällen ist das Gewicht der abgegebenen Kohlensäure im Vergleich zum Gesamtgewichtsverluste der Schnecken ein minimaler. Besonders auffallend zeigt sich das, wenn man das Gewicht der abgeschiedenen Kohlensäure in Prozenten des Gesamtgewichtsverlustes berechnet.

Darnach betrug beim ersten Versuch:

der Gesamtgewichtsverlust	3,28 g	= 100%,
die abgegebene Kohlensäure	0,1211 g	= 3,692%.

Beim zweiten Versuch betrug:

der Gesamtgewichtsverlust	1,41 g	= 100%,
die abgegebene Kohlensäure	0,0644 g	= 4,5673%.

Der Gewichtsverlust, den die Schnecken durch Kohlensäureausscheidung erfahren, ist gleich dem Gewichte der produzierten Kohlensäure, vermindert um das Gewicht des bei der Atmung absorbierten Sauerstoffs. Da letzteres nicht ermittelt wurde, ist eine Berechnung des fraglichen Gewichtsverlustes ausgeschlossen. Doch zeigen die von Pott gewonnenen Ergebnisse, daß der durch Kohlensäureabscheidung bedingte Gewichtsverlust ein minimaler ist im Vergleich zu dem Gesamtgewichtsverluste, den hungernde und dürstende Weinbergschnecken in einer bestimmten Zeit erfahren.

O. Hesse (41), der die Kohlensäureproduktion hungernder *Helix pomatia* im Winter 1908 auf 1909 bestimmte, hielt die Schnecken während der Versuche, die durchschnittlich je 24 Stunden währten, in einem luftdicht verschlossenen, mit Wasserdampf gesättigten Glasgefäß (41, S. 278). Jene, die zum Auskriechen veranlaßt wurden, erhielten Wasser.

Hesse fand, daß Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureproduktion mit steigender Temperatur ansteigen. So betrugen (41, S. 304) pro kg und Stunde:

I. Bei kriechenden Schnecken	die Kohlensäureproduktion	die Sauerstoffabsorption
bei 4° C	22 mg = 0,022 g	10,1 mg = 0,0101 g
7°	33 ,, = 0,033 g	18 ,, = 0,018 g
10°	43 ,, = 0,043 g	25,5 ,, = 0,0255 g
12,5°	52,4 ,, = 0,0524 g	32 ,, = 0,032 g
15,5°	67,5 ,, = 0,0675 g	44,2 ,, = 0,0442 g
18°	82,0 ,, = 0,082 g	54,8 ,, = 0,0548 g
II. Bei eingedeckelten Tieren:		
bei 4° C	9,3 mg = 0,0093 g	4 mg = 0,004 g
7°	15,6 ,, = 0,0156 g	9,9 ,, = 0,0099 g
10°	24,4 ,, = 0,0244 g	15,2 ,, = 0,0152 g
12,5°	31,8 ,, = 0,0318 g	20,8 ,, = 0,0208 g
15,5°	43,0 ,, = 0,043 g	33,7 ,, = 0,0337 g

Bei Temperaturen zwischen 20° und 30° C hält sich nach Vernon (114a) die Kohlensäureproduktion der Schnecken auf gleicher Höhe.

In Anbetracht der Tatsache, daß wasserarme Schnecken in mit Wasserdampf gesättigten Räumen zu stärkerer Lebenstätigkeit angeregt werden, produzierten Hesses gedeckelte Weinbergschnecken in einer gegebenen Zeit jedenfalls mehr Kohlensäure als die in trockenen Räumen aufbewahrten.

Bei künftigen Untersuchungen müßte daher neben der Lufttemperatur und dem Verhalten der Tiere während des Versuchs auch die Luftfeuchtigkeit und vor allem der Wassergehalt der Schnecken berücksichtigt werden, da unter sonst gleichen Bedingungen bei einer wasserreichen Schnecke der Stoffwechsel ein intensiverer ist als bei einer wasserarmen.

7. Untersuchungen über Wassergehalt und Trockensubstanz der Schnecken

habe ich nicht ausgeführt, da ich vorerst nur wissen wollte, wie viel Wasser die Schnecken abgeben können, ohne Schaden zu nehmen, wenn ihnen nach der Austrocknung wieder eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben wird.

Bezold (5a), der *Arion empiricorum* und *Limax maximus* auf den Gehalt an Wasser und fester Substanz untersuchte, fand im Mittel:

a) bei *Arion emp.*: 86,839 % Wasser und 13,161 % feste Substanz;
b) bei *L. maximus*: 82,066 % Wasser und 17,934 % feste Substanz.

Aus dem, was ich über den wechselnden Wassergehalt der Schnecken mitgeteilt habe, erhellt, daß vergleichende Untersuchungen über Wassergehalt und Trockensubstanz nur dann zutreffende Resultate liefern, wenn die dazu verwendeten Individuen einen relativ gleichen Wassergehalt haben. Einen solchen aber dürften Bezolds Tiere, wie aus seinen eigenen Angaben hervorgeht, nicht gehabt haben.

V. Kapitel.

Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf das allgemeine Verhalten der Schnecken und ihre einzelnen Organe.

Nachdem festgestellt wurde, welchen Austrocknungsgrad die Schnecken ertragen, wie viel Wasser sie trinken und wie viel Wasser sie durch die Haut aufzunehmen vermögen, sollen in diesem Abschnitt die Wirkungen besprochen werden, welche Austrocknung und Wasseraufnahme haben auf:

1. das allgemeine Verhalten der Schnecken,
2. den Schleim und seine Beschaffenheit sowie auf die Muskulatur,
3. das Volumen und das spezifische Gewicht der Schnecken,
4. das Blut,
5. den Magensaft und die Leber,
6. die Sexualorgane.

1. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf das allgemeine Verhalten.

Werden Nackt- und Gehäuseschnecken unter denselben Bedingungen ausgetrocknet, so haben die ersteren schon nach 2 bis 10 Tagen so viel Wasser verloren als die Gehäuseschnecken (von *Succinea* abgesehen) nach 2 bis 10 Monaten. Schon wegen dieser relativ geringen Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit müssen sich die Nacktschnecken, damit sie bei eintretendem Wassermangel nicht zugrunde gehen, anders verhalten als die Gehäuseschnecken.

Betrachten wir zuerst

a) Das Verhalten der Nacktschnecken.

Größere, wasserreiche Nacktschnecken — *Arionen* und *Limaces* —, die ich während des Sommers in Abteilungen von je

50 Stück in hölzernen, mit engmaschigen Drahtnetzen bedeckten Kisten ohne Futter und ohne Wasser an einem trockenen Orte aufbewahrte, krochen in den beiden ersten Nächten umher, krochen aber dann zu einem Knäuel zusammen und verzögerten dadurch die Austrocknungsgeschwindigkeit.

Nach meiner Ansicht war es ihre Körperfeuchtigkeit, welche die Schnecken veranlaßte, sich in einen Knäuel zusammenzuhäufen.

Hatte ich ein Brettchen oder eine Steinplatte so in die Kiste gelegt, daß sich darunter ein Hohlraum befand, so sammelten sich die Schnecken in ihm an.

Das gleiche Verhalten zeigten die *Limaces* und *Arionen* auch dann, wenn sie im Herbst und Winter in meinem geheizten Arbeitszimmer oder in einem trockenen ungeheizten Raume aufbewahrt wurden.

Bei den Zuchtversuchen verkrochen sich die Nacktschnecken bei eintretender Trockenheit unter das in ihrem Stalle befindliche Moos und später in die noch feuchte Erde und kamen erst wieder hervor, wenn nach einem künstlichen Regen Wasser in die Erde eingesickert war.

Ähnlich dürfte das Verhalten der in der freien Natur lebenden Nacktschnecken sein. Bei eintretender Trockenheit verkriechen sie sich unter Bretter, Steine, Moos und Laub, graben sich, wenn die Trockenheit andauert, in die Erde ein und verweilen dort, bis wieder ein Regen niedergeht.

Hatten die in einem Knäuel sitzenden Schnecken etwa 50 bis 55 % ihres ursprünglichen Gewichtes eingebüßt, und wurde dann — in einer flachen Schale — Wasser oder Futter hinzugebracht, oder beides zugleich, so suchten die sonst so gefräßigen und durstigen Tiere weder das Wasser noch das Futter auf.

Auch bei Regenwetter verließen sie ihre Plätze nicht. Es war also auch die Luftfeuchtigkeit nicht imstande, wasserarme Nacktschnecken aus ihrer Lethargie zu wecken.

Wurde aber ein künstlicher Regen über ihrem Behälter erzeugt, so löste sich der Knäuel nach einiger Zeit auf. Die Schnecken krochen langsam umher, tranken Wasser, fraßen auch und erholten sich wieder.

Auch durch mechanische Reize, wie z. B. durch Abheben von ihrer Unterlage, konnten wasserarme Nacktschnecken zur Lokomotion veranlaßt werden. Waren sie aber bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet, so bewegten sich selbst die Limaces, die in wasserreichem Zustande sehr lebhaft sind, nur schwerfällig fort; kleinere Tiere waren trotz der Fußwellen außerstande, ihren Platz zu verlassen. Wurde ihnen aber Gelegenheit zur Wasseraufnahme durch die Haut gegeben, so wurden sie zur Fortbewegung tauglich. Sie tranken dann auch, nahmen Futter zu sich und erholten sich oft schon innerhalb eines Tages wieder.

In der freien Natur wären diese Tiere nur dann am Leben geblieben, wenn es so stark geregnet hätte, daß die in ihrem Versteck liegenden Schnecken vom Wasser erreicht und ihnen so eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme durch die Haut geboten worden wäre.

Bei jenen Nacktschnecken, die während der Austrocknung in Einzelhaft gehalten und öfters gewogen wurden, zeigte es sich in auffallender Weise, daß die *Limaces* auf mechanische Reize anders reagieren als die *Arionen*.

Wie ich schon öfters erwähnt habe, wurden die Nacktschnekken vermittelst eines flachen Spatels, den ich unter ihre Sohle schob, von der Unterlage abgehoben. Trotz aller Vorsicht wurde dabei ein mechanischer Reiz auf die Schnecken ausgeübt.

Die *Arionen* kontrahierten ihre Muskulatur sofort noch stärker als zuvor und krochen, in ihre Behälter zurückgebracht, nur wenig umher.

Anders verhielten sich die *Limaces*. Sobald der Spatel unter ihre Sohle geschoben war, stülpten sie ihre Ommatophoren aus, bewegten sich lebhaft fort und kamen, in ihre Behälter zurückgebracht, viel später zur Ruhe als die *Arionen*.

Mit fortschreitender Austrocknung verminderte sich die Bewegungsfähigkeit der *Limaces* mehr und mehr, und wenn der höchste Austrocknungsgrad — den sie, ohne Schaden zu nehmen, ertragen können — erreicht war, konnten sich die größeren Individuen nur noch sehr langsam, die kleineren aber gar nicht mehr fortbewegen.

Nach erfolgter Wasseraufnahme hatte sich die frühere Lebhaftigkeit und Beweglichkeit wieder eingestellt.

b) Das Verhalten der Gehäuseschnecken.

Wurden die Austrocknungsversuche im Sommer begonnen und in einem trockenen Raume ausgeführt, so krochen wasserreiche Gehäuseschnecken unmittelbar nach ihrer Ankunft in den zur Austrocknung bestimmten Behältern lebhaft umher, setzten sich aber schon nach 20 bis 30 Minuten fest, krochen wohl auch im Laufe der nächsten Tage — besonders nachts — wieder aus, setzten sich dann aber fest und erzeugten Schutzhäute. Bei regnerischem Wetter wurden sie in den nächsten Monaten wohl noch hier und da durch Luftfeuchtigkeit zum Auskriechen veranlaßt, reagierten aber, wenn die Austrocknung weiter vorgeschritten war, auch hierauf nicht mehr; wohl aber konnten sie dadurch zum Auskriechen veranlaßt werden, daß man sie in ein weites Glasgefäß setzte, das nassen Sand enthielt, und es durch eine Glasplatte verschloß. In diesem mit Feuchtigkeit gesättigten Raume krochen die Schnecken nach 10 bis 24 Stunden aus.

Erhielt *Helix pomatia* nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf weder Wasser noch Futter, so setzte sie sich nach kurzer Zeit mit einer Aufhängehaut fest, kam bei Regenwetter auch noch zwei- bis dreimal hervor, verfiel aber dann in Lethargie, aus der sie — wenn die Austrocknung weit vorgeschritten war — durch Luftfeuchtigkeit nicht mehr geweckt wurde. Durch Einsetzen in ein mit Wasserdampf gesättigtes Gefäß, oder durch öfteres Eintauchen in Wasser, konnte aber auch sie zum Auskriechen veranlaßt werden, vorausgesetzt, daß sie nicht zu wasserarm war; andernfalls ist *H. pomatia* nicht fähig, den Fuß vollständig aus dem Gehäuse zu schieben und zum Kriechen auszubreiten.

Weinbergschnecken, die im Juli ihr Epiphragma noch nicht abgeworfen hatten, konnten dadurch zum Auskriechen veranlaßt werden, daß man sie auf längere Zeit — oft einige Tage — in ein mit Wasserdampf gesättigtes Glas brachte, oder daß man ihnen das Epiphragma und die Schutzhäute wegnahm und sie öfters in Wasser tauchte oder solches auf den Mantel träufelte. Durch Luftfeuchtigkeit wurden diese Schnecken nicht zum Auskriechen veranlaßt, weil sie in bezug auf das Gewicht ihres wasserreichen, unbeschalten Körpers schon 50 und mehr Prozent eingebüßt hatten, also wasserarm waren.

Mit fortschreitender Austrocknung vermindert sich die Sensibilität der Schnecken gegen Luftfeuchtigkeit.

Bei meinen Zuchtversuchen mit *Helix pomatia*, *H. arbustorum* und *Campylaea cingulata* machte ich folgende Beobachtung:

Hatten die jungen, erst einige Wochen alten Schneckchen Wasser und Futter aufgenommen, so verkrochen sich manche am Boden, während andere an den Wänden ihrer Ställe emporstiegen und sich oben unter einer vorspringenden Holzleiste festsetzten. Waren die Ställe im Freien oder in einem trockenen Raume untergebracht, und war es an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen warm und trocken, so verließen die Schnecken ihre Plätze erst wieder, wenn sie mit Wasser in Berührung kamen. Da frisch ausgeschlüpfte oder erst einige Wochen alte Gehäuseschneckchen rasch austrocknen, gingen viele von ihnen, wenn nicht zu gegebener Zeit ein künstlicher Regen erzeugt wurde, infolge Austrocknung zugrunde.

Auf dieses Verhalten junger Gehäuseschneckchen wird es unter anderem zurückzuführen sein, daß die Weinbergschnecke in der freien Natur nicht so massenhaft vorkommt, wie das auf Grund ihrer relativ starken Vermehrung zu erwarten wäre.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß wasserarme Nackt- und Gehäuseschnecken, denen man gleichzeitig Wasser und Futter reicht, stets das Wasser bevorzugen und erst fressen, wenn sie getrunken haben.

2. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf den Schleim und seine Beschaffenheit sowie auf die Muskulatur.

Um sich gegen mechanische, chemische und thermische Reize zu schützen, scheiden die Landpulmonaten an ihrer Körperoberfläche Wasser und Schleim ab, den sie aus den Drüsen auspressen. Mit fortschreitender Austrocknung verliert der Schleim seine dünnflüssige Beschaffenheit und geht in zähflüssigen Zustand über. Die Haut wird trocken und fühlt sich fest an.

Zähflüssigen Schleim haben viele Nacktschnecken schon dann, wenn sie infolge Austrocknens 50 bis 55% vom Gewichte ihres wasserreichen Körpers eingebüßt haben. Beträufelt man sie nun mit temperiertem Wasser — 18 bis 20° C —, so wird die Körperhaut wieder geschmeidig; sie quillt etwas auf, und die Schnecken scheiden wieder dünnflüssigen Schleim ab. Mithin muß Wasser

in die Schleimdrüsen eingedrungen und von dem dort befindlichen Schleim eingesaugt worden sein.

Auch die Gehäuseschnecken beträufelte ich bei meinen ersten Versuchen mit Wasser von 18 bis 20° C. Späterhin verwendete ich bei *Helix pomatia* und *Helix nemoralis*, weil sie wärmebedürftiger sind und höhere Temperaturen besser ertragen als die Nacktschnecken und als *Helix arbustorum*, auch Wasser von 28° C. Dabei erfuhren sie in einer bestimmten Zeit einen bedeutend höheren Gewichtszuwachs als jene, die mit Wasser von 18 bis 20° C beträufelt wurden.

Tötete ich die Tiere unmittelbar nach der Beträufelung durch Einlegen in kochendes Wasser, so zeigten sie auch größere Schleimdrüsenöffnungen als jene, die mit weniger hoch temperiertem Wasser beträufelt wurden.

Wasser von 28° C löste den Muskeltonus, ohne die Lokomotionsfähigkeit zu beeinträchtigen, erweiterte die Schleimdrüsenöffnungen und brachte den Schleim rascher zum Aufquellen als weniger hoch temperiertes Wasser.

Auf mechanische Reize bewegen sich unsere Limaces mit relativ großer Geschwindigkeit fort. Mit fortschreitender Austrocknung vermindert sich aber ihre Beweglichkeit so sehr, daß die größeren Schnecken schließlich nur noch sehr langsam, die kleineren aber gar nicht mehr vom Platze kommen.

Die Ursachen für diese Erscheinung sind folgende:

Erstens: Infolge Wasserverlustes ist der Körperschleim so zähe geworden, daß er an der Unterlage haftet und so der Bewegung ein Hindernis entgegensetzt, das nur von den größeren Individuen überwunden werden kann.

Zweitens: Der Fußdrüsenschleim hat infolge Wasserverlustes seine dünnflüssige Beschaffenheit eingebüßt und fließt nicht mehr so leicht ab als bei der wasserreichen Schnecke. Dazu kommt

Drittens: Daß sich die Beweglichkeit der lokomotorischen Fußmuskulatur infolge Wasserverlustes allmählich vermindert hat, weshalb die Fußwellen langsamer fließen als zu Zeiten, in denen die Schnecke wasserreich war.

Beträufelt man wasserarme Schnecken, so nehmen sie Wasser durch die Haut auf. Der Körperschleim quillt auf, wird dünnflüssig, und die Schnecken kommen, nachdem die durch den

zähen Schleim verursachte Hemmung beseitigt ist, wieder besser vorwärts; aber die Geschwindigkeit ist immerhin noch sehr vermindert. Mithin dürfte weder der lokomotorischen Fußmuskulatur noch dem in der Fußdrüse enthaltenen Schleim durch die Beträufelung Wasser zugeführt worden sein.

Auch dem Muskelgewebe der übrigen Körperteile wurde, wie es scheint, durch die Beträufelung kein Wasser zugeführt, da andernfalls die Schnecken stärker aufgequollen wären und auf mechanische Reize energischer reagiert hätten, als dies tatsächlich der Fall war.

Welche Wasserquantitäten wasserarme Schnecken trinken können, auch wenn sie zuvor so lange beträufelt wurden, bis eine weitere Wasseraufnahme durch die Haut ausgeschlossen war, mögen folgende Beispiele dartun:

1. Im September 1900 wurde bei einem *Limax tenellus* die Austrocknung so lange fortgesetzt, bis er auf mechanische Reize nicht mehr reagierte und sein Schleim so zähe geworden war, daß das Tier, wenn es mit dem Transportspatel berührt wurde, an diesem haften blieb.

Nachdem die Schnecke eine halbe Stunde lang beträufelt worden war, öffnete sie das Pneumostom und stülpte die Ommatophoren aus. Nach dreistündiger Beträufelung nahm die Schnecke kein Wasser mehr auf. Sie war aber zur Fortbewegung tauglich geworden und hatte ihr Gewicht um 70 % erhöht. Zwei Stunden später hatte die Schnecke infolge Wassertrinkens einen weiteren Gewichtszuwachs von **320** % erfahren.

Ihr Körper, der während der Austrocknung geschrumpft war, hatte sein Volumen stark vergrößert, und die Schnecke konnte sich wieder mit normaler Geschwindigkeit fortbewegen.

2. Ein *Limax variegatus*, der bis zur Grenze der Lebensfähigkeit ausgetrocknet wurde, erfuhr infolge Beträufelung, also infolge Wasseraufnahme durch die Haut, einen Gewichtszuwachs von 62 %, durch Wassertrinken aber einen solchen von **200** %.

Das von den Schnecken getrunkene Wasser bringt in kürzester Zeit — schon während des Trinkens — bei wasserarmen Tieren auffallende Veränderungen hervor:

Der Schneckenkörper quillt auf; Körper- und Fußdrüsenschleim kehren in den normalen Zustand zurück; die Schnecke reagiert wieder energisch auf Reize und bewegt sich mit der ihrer Art eigenen Geschwindigkeit fort.

Schon hieraus erkennt man, daß das durch den Mund aufgenommene Wasser im Schneckenkörper eine wichtigere Aufgabe zu erfüllen hat als das durch die Haut aufgenommene. Zudem würden die durch die Haut aufgenommenen Wassermengen nicht ausreichen, um die Schnecken am Leben zu erhalten, ganz abgesehen davon, daß die Haut das Wasser sehr langsam einsaugt, und daß eine Schnecke in einer halben Stunde mehr Wasser trinkt, als sie in vier Stunden durch die Haut aufzunehmen vermag.

Trotz alledem aber hat das durch die Haut aufgenommene Wasser eine nicht zu unterschätzende biologische Bedeutung: Es weckt die Schnecken aus ihrer Lethargie, führt den zähe gewordenen Schleim in den dünnflüssigen Zustand über, macht die Körperhaut geschmeidig und befähigt wasserarme Schnecken, ihr Versteck zu verlassen und Wasser und Futter aufzusuchen.

3. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf Volumen und spezifisches Gewicht der Schnecken.

Je mehr Wasser die Gewebe des Schneckenkörpers während einer Trockenperiode abgeben, desto mehr schrumpfen sie, und desto kleiner wird die Schnecke.

Beträufelt man eine wasserarme Schnecke, so quillt sie etwas auf; gibt man ihr aber Wasser zu trinken, so quellen Haut- und Muskelgewebe sehr stark, und die Schnecke wächst zusehends nach allen drei Dimensionen.

Wer ein wasserarmes Tier gesehen und es zwei Stunden später, nachdem es Wasser getrunken hat, wieder sieht, wird kaum glauben, daß er ein und dieselbe Schnecke vor sich hat; so sehr hat sich ihr Volumen vergrößert, und so fett und wohlgenährt sieht sie aus.

Um feststellen zu können, in welchem Verhältnis die Volumveränderungen zu den von den Schnecken getrunkenen oder durch Verdunstung abgegebenen Wassermengen stehen, mußte ich den

jeweiligen Kubikinhalt der Tiere ermitteln. Da dies aber wegen der den Schnecken eigenen Form und ihrer großen Kontraktionsfähigkeit auf mathematischem Wege nicht möglich war, bestimmte ich das Volumen der Nacktschnecken vermittelst entsprechender Meßzylinder unter Verwendung temperierten Wassers.

Zu den Volumbestimmungen der Gehäuseschnecken eignet sich dieses Verfahren nicht, weil selbst wasserarme Tiere bei großer Luftfeuchtigkeit einen größeren Teil ihres Gehäuses ausfüllen als sonst und damit ein größeres Volumen vortäuschen.

Für kleinere Nacktschnecken benützte ich Meßzylinder, die in $^1/_{10}$, und für größere solche, die in $^5/_{10}$ ccm eingeteilt waren.

Temperiertes Wasser (von 18—20° C) benützte ich, weil die Nacktschnecken, in solches gebracht, ihre Muskulatur nicht oder doch nur unmerklich stärker kontrahierten als zuvor, keinen oder nur sehr wenig Schleim auspreßten und deshalb zu weiteren Versuchen gebraucht werden konnten.

Wäre es ausschließlich auf die Bestimmung des Volumens angekommen, und hätte man nicht — wegen anderweitiger Experimente, zu denen die Schnecken verwendet werden sollten — eine Schleimabscheidung verhüten wollen, so hätte man auch untemperiertes Wasser verwenden dürfen; denn: bringt man eine Nacktschnecke in einen bis zu einer gewissen Marke mit Wasser gefüllten Meßzylinder, so steigt dieses bis zu einem gewissen Punkte und bleibt dort stehen, solange sich die Schnecke unter Wasser befindet, ganz einerlei, ob sie sich ausstreckt oder ihre Muskulatur kontrahiert.

Gegen die Brauchbarkeit dieser Methode könnten folgende Einwände gemacht werden:

a) Bringt man die Schnecken unter Wasser, so dringt solches in deren Atemraum ein.

Das wäre allerdings dann der Fall, wenn die Schnecken gezwungen würden, stundenlang unter Wasser auszuhalten. — Bei der Volumbestimmung, die nur wenig Zeit beanspruchte, schlossen die Schnecken, sobald sie mit dem Wasser in Berührung kamen, ihr Pneumostom und hielten es geschlossen, solange sie sich unter Wasser befanden. Ein Eindringen von Wasser in den Atemraum war deshalb ausgeschlossen.

b) Die Schnecken nehmen während der Bestimmung ihres Volumens Wasser auf.

Wie ich bereits nachgewiesen habe, nehmen wasserarme Schnecken, wenn sie einige Stunden lang beträufelt werden, relativ viel Wasser durch die Haut auf. Zwecks Volumbestimmung mußten aber die Schnecken höchstens 20 Sekunden unter Wasser sein. Die Wassermenge, die in dieser kurzen Zeit durch die Haut eindringt, ist aber so gering, daß man sie unberücksichtigt lassen kann, und durch den Mund nehmen die Schnecken, soweit ich beobachten konnte, in den wenigen Sekunden kein Wasser auf.

c) Das Volumen der Schnecken kann nicht genau bestimmt werden, weil sich zwischen ihren Hautrunzeln Luft befindet, die beim Einsetzen der Tiere ins Wasser nicht entweicht.

Die zwischen größeren Hautrunzeln befindliche Luft wird allerdings nicht ausgetrieben, wenn man die Schnecken ins Wasser fallen läßt. Gleiten sie aber langsam, den Kopf voraus, in dasselbe, so entweicht die zwischen den Runzeln befindliche Luft; bleibt aber trotzdem eine Luftblase zurück, so berührt man sie mit einer Nadel oder einem dünnen Draht, und sie entweicht.

d) Der Aufenthalt unter Wasser macht die Schnecken zu weiteren Versuchen ungeeignet.

Dies wäre nur dann der Fall, wenn man zu kaltes Wasser verwenden und so die Tiere zu starker Kontraktion und Schleimauspressung veranlassen würde.

Selbstredend dürfen die Schnecken, was ich schon oft hervorhob, nicht mit den Fingern angefaßt werden.

Das zur Bestimmung des Volumens der Nacktschnecken angewandte Verfahren beanspruchte wenig Zeit, ergab ziemlich genaue Resultate, brachte den Tieren keine Nachteile und war deshalb für meine Zwecke geeignet.

Für eine Anzahl Nacktschnecken, die abwechslungsweise ausgetrocknet und getränkt wurden, habe ich die Versuchsergebnisse in der beigegebenen Tabelle zusammengestellt.

Bei sämtlichen Schnecken vergrößerte und verkleinerte sich das Volumen in demselben Verhältnis wie die von ihnen aufgenommenen beziehungsweise durch Verdunstung abgegebenen Wassermengen.

Bei den *Limaces* waren die Volumveränderungen ganz gewaltige. So schwankte beispielsweise das Volumen
eines *Limax tenellus* zwischen 0,86—0,14 und 0,73 ccm,
das eines *Limax arborum* zwischen 1,25—0,27 und 1,11 ccm,
das eines *Limax variegatus* zwischen 7,2—2,4—5,5—1,5 und 6,9 ccm, und
das eines *Limax cinereus* zwischen 14,00—2,9 und 12,1 ccm.

Im Vergleich zu dem Volumen, das die Schnecken nach der Austrocknung hatten, betrug es nach erfolgter Wasseraufnahme das **2,5- bis 5-fache.**

War das Volumen der wasserarmen Schnecke = 1, so war das der wasserreichen:

bei den *Arionen* und *Limax cinereoniger*	=	2,5—2,7,
„ *Limax agrestis*	=	2,6—2,9,
„ *Limax variegatus* und *L. cinereus* .	=	3—4,
„ *Limax arborum*	=	4,
„ *Limax tenellus*	=	4—5.

Die Volumvergrößerung bestand aber nicht allein in einem Aufquellen der Schnecken, sondern auch in einer Verlängerung ihres Körpers. Auffallend zeigte sich das, wenn die Tiere nach der Wasseraufnahme mit eingezogenen Ommatophoren und etwas kontrahierter Körpermuskulatur der Ruhe pflegten.

Messungen, durch die man die Körpergröße der Nacktschnecken feststellen will, werden also, je nach dem Wassergehalt der Tiere, recht verschieden ausfallen. Zu Vergleichszwecken muß man deshalb stets Tiere mit relativ gleichem Wassergehalt benützen.

Haben die Nacktschnecken den in ihrem Darm enthaltenen Kot abgegeben, so kann man mit Hilfe ihres spezifischen Gewichtes feststellen, ob sie einen relativ gleichen, größeren oder geringeren Wassergehalt besitzen.

Gefunden wird

das spezifische Gewicht

dadurch, daß man das in Gramm angegebene absolute Gewicht einer Schnecke durch ihr in Kubikzentimeter ausgedrücktes Volumen dividiert.

TABELLE
über Volumveränderungen bei Nacktschnecken, verursacht durch abwechslungsweises Austrocknen und Tränken, und über das spezifische Gewicht der Schnecken.

Ordnungs-zahl	Name der Schnecke	Gewicht absolutes g	Gewicht Ab- und Zunahme g	Volumen ccm	Volumen Ab- und Zunahme ccm	Spezifisches Gewicht	Bemerkungen
1.	*Limax tenellus* . .	**0,880**	—	0,86	—	1,023	wasserreich
		0,160	−0,720	0,14	−0,72	1,143	wasserarm
		0,755	+0,595	0,73	+0,59	1,036	
2.	*Limax arborum* . .	**1,295**	—	1,25	—	1,036	wasserreich
		0,317	−0,978	0,27	−0,98	1,174	wasserarm
		1,160	+0,843	1,11	+0,84	1,045	wasserreich
3.	*Limax variegatus* .	**7,42**	—	7,2	—	1,030	wasserreich
		2,72	−4,70	2,4	−4,8	1,133	wasserarm
		5,81	+3,09	5,5	+3,1	1,056	
		1,79	−4,02	1,5	−4,0	1,193	sehr wasserarm
		7,16	+5,37	6,9	+5,4	1,037	wasserreich
4.	*Limax variegatus* .	**3,45**	—	3,3	—	1,045	wasserreich
		1,51	−1,94	1,4	−1,9	1,079	mittlerer Wassergehalt
		4,06	+2,55	4,0	+2,6	1,015	sehr wasserreich
		0,83	−3,23	0,7	−3,3	1,185	wasserarm
		3,29	+2,46	3,1	+2,4	1,061	
5.	*Limax cinereus* . .	**14,49**	—	14,00	—	1,035	wasserreich
		5,74	−8,75	5,2	−8,8	1,104	wasserarm
		3,45	−2,29	2,9	−2,3	1,189	sehr wasserarm
		12,76	+9,31	12,1	+9,2	1,054	wasserreich
6.	*Limax cinereus* . .	**9,30**	—	9,0	—	1,033	wasserreich
		2,95	−6,35	2,6	−6,4	1,134	wasserarm
		2,02	−0,93	1,7	−0,9	1,194	sehr wasserarm
		7,30	+5,28	6,9	+5,2	1,043	wasserreich
7.	*Arion empiricorum*	**4,55**	—	4,2	—	1,083	wasserreich
		1,55	−3,00	1,3	−2,9	1,192	sehr wasserarm
		3,81	+2,26	3,5	+2,2	1,088	
8.	*Arion empiricorum*	**2,46**	—	2,2	—	1,118	wasserarm
		5,97	+3,51	5,6	+3,4	1,066	wasserreich

Die von mir angestellten Versuche haben ergeben:

a) Das spezifische Gewicht der Nacktschnecken ist stets größer als 1.

b) Je wasserreicher eine Schnecke ist, desto kleiner ist ihr spezifisches Gewicht und umgekehrt.

Haben also zwei Nacktschnecken einer Art dasselbe spezifische Gewicht, so haben sie auch einen gleichen relativen Wassergehalt. Ist das spezifische Gewicht verschieden, so besitzt die Schnecke mit dem größeren spezifischen Gewichte relativ weniger Wasser als die andere.

Näheres wolle der beigegebenen Tabelle S. 199 entnommen werden.

Zum Schlusse möchte ich noch folgendes bemerken:

Bei den Nacktschnecken ist mit dem Schrumpfen ihres Körpers infolge Wasserverlustes eine kleine Farbenveränderung verbunden. Die Tiere werden dunkler, nehmen aber, wenn sie infolge Wassertrinkens aufquellen, ihre frühere, hellere Farbe wieder an. — In auffallender Weise zeigte sich das bei *Arion subfuscus.* — Aus diesem Grunde habe ich lebenden Nacktschnecken, die mir zur Bestimmung übermittelt wurden, vor der Untersuchung stets eine Gelegenheit zum Wassertrinken gegeben.

4. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf das Blut der Schnecken.

Das Schneckenblut, auch Hämolymphe genannt, ist eine eiweißhaltige Flüssigkeit, in welcher amöboide Zellen, sogenannte Lymphzellen oder Amöbozyten flottieren.

Hämoglobinhaltige Blutkörperchen oder gelöstes Hämoglobin besitzt die Hämolymphe unserer Landpulmonaten nicht; wohl aber ist, wie Fürth (28. S. 62) angibt, im Blute von *Helix* und *Arion* ein kupferhaltiger Eiweißkörper gelöst, der Sauerstoff aufnimmt, das Blut schwach blau färbt und deshalb Hämozyanin genannt wird.

Nachgewiesen wurde dieser Körper zuerst von Harless (39) bei *Ascidien*, *Cephalopoden* und *Helix pomatia.* Harless (39.

S. 153) fand, daß das Blut von *Helix pomatia* kein Eisen, wohl aber Kupfer enthält. 2,230 Teile fester Blutsubstanz ergaben 0,155 Teile in Wasser unlösliche Salze, und diese selbst wieder enthielten 0,005 Teile oder 3,23% Kupfer.

Um die zu seinen Untersuchungen nötige Blutmenge zu erhalten, erbrach Harless das Schneckengehäuse an der Stelle, an der das Herz liegt und durchschnitt letzteres.

Das Blut zeigte meist schon innerhalb der Schale eine himmelblaue Färbung, die im Kontakt mit atmosphärischer Luft noch viel deutlicher wurde. Wurde Kohlensäure in das Blut geleitet, so verschwand die blaue Farbe, trat aber bei Einleitung von Sauerstoff wieder vollkommen hervor. Dies ließ sich an demselben Blut oft wiederholen. Weiter fand Harless (39. S. 154): „Alkohol koaguliert das Blut, und das Coagulum ist farblos. Ammoniak zerstört die blaue Farbe; doch kommt diese durch Zusatz von etwas Essigsäure wieder zum Vorschein."

Bei *Helix pomatia* beobachtete Harless die blaue Farbe des Blutes nur im Winter, also bei der Untersuchung gedeckelter Weinbergschnecken; im Sommer konnte er diese Erscheinung nie wahrnehmen. Er schließt daraus, daß innerhalb der geschlossenen Schale eine gewisse Menge freien Sauerstoffgases zurückgehalten wird, läßt es aber dahingestellt, ob dies die Folge einer Veränderung im Respirationsprozeß ist oder eine Folge der Zersetzung des Schleimes, der im Winter den Schnecken fast ganz fehle.

Bei den von mir angestellten Versuchen wollte ich hauptsächlich ermitteln, welche Veränderungen das Blut erfährt, wenn die Schnecken ausgetrocknet, beziehungsweise nach der Austrocknung getränkt werden.

Als Versuchsobjekte benützte ich große Exemplare von *Helix pomatia*, *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger*, weil man ihnen größere Blutmengen entnehmen kann als kleineren Individuen.

Bei *Helix pomatia* trug ich das Gehäuse soweit ab, daß die Lungenhöhlenwände, das Herz und ein Teil der Leber bloß lagen. Während dieser Operation krochen die Schnecken aus und suchten auf der das Gehäuse haltenden Hand zu entkommen. Waren Kopf- und Eingeweidearterie mit der Schere durchschnitten und der Eingeweidesinus geöffnet, so sank der ausgestreckte

Schneckenfuß unter plötzlicher Entleerung einer relativ großen Blutmenge zusammen, wurde weich und schlaff und verringerte sein Volumen ganz bedeutend.

Man erkennt hieraus klar und deutlich, daß der Schneckenfuß durch Blut geschwellt und zum Kriechen ausgebreitet war.

Ehe die Arterien und der Eingeweidesinus geöffnet waren, konnte man sehr gut die bei der Atmung stattfindenden Bewegungen der Lungenhöhlenwände beobachten. Öffnete die Schnecke ihr Pneumostom, so senkte sich die Decke der Lungenhöhle; die Schnecke atmete aus. Beim Einatmen hob sich genannte Decke wieder und wurde, nachdem das Pneumostom geschlossen war, straff ausgespannt, was man nicht nur sehen, sondern auch durch Betasten feststellen konnte.

Bei *Arion* und *Limax* ist die Freilegung des Herzens nicht so leicht auszuführen wie bei *Helix pomatia*, weil sich die *Arionen*, sobald man einen Einschnitt in ihre Körperhaut macht, stark kontrahieren, die *Limaces* aber zu entfliehen suchen.

Um diese Störungen zu beseitigen, setzte ich die Schnecken unmittelbar vor der Blutentziehung in einer mit einer Glasplatte verschlossenen Glaswanne der Einwirkung von Chloroformdämpfen aus. Sie schieden viel Schleim ab; doch konnte er, da er eine zusammenhängende Hülle bildete, vom Schneckenkörper leicht abgenommen werden.

Nun steckte ich das zu untersuchende Tier mit je einer Nadel am Vorder- und Hinterende im Präparierteller fest, machte in der Nähe des Hinterendes mit der Schere einen Querschnitt, der durch die Körperwand ging, die Eingeweide aber nicht verletzen durfte, führte in den klaffenden Spalt einen Scherenast ein und öffnete die Körperwand auf der linken Seite der Schnecke — unmittelbar über dem Sohlenrand — bis zum Kopfe.

War nun der linke Fußrand mit Nadeln befestigt, so wurde die Körperwand nach rechts umgeklappt und mit Nadeln festgesteckt. War dann das Perikard geöffnet, so hob ich Kopf- und Eingeweidearterie mit einer Pinzette hoch, unterband sie mit einem Seidenfaden, durchschnitt sie dann unterhalb der Einschnürung, legte die Enden der Arterienstümpfe in ein kleines Uhrglas und durchschnitt sie hierauf oberhalb der Einschnürung, so daß das Blut aus dem Herzen austreten konnte. Die Blut-

menge, die ich auf diese Weise erhielt, war allerdings eine recht minimale, da das meiste Blut schon beim Öffnen des Tieres ablief.

Da es mir hauptsächlich darauf ankam, die Blutmenge der Schnecken festzustellen, verfuhr ich späterhin folgendermaßen:

Ich setzte das zu untersuchende Tier in eine flache Porzellanschale und machte, nachdem es sich ausgestreckt hatte, unmittelbar vor dem hinteren Körperende einen Querschnitt und von hier aus einen Längsschnitt bis zum Kopfe. Bei einiger Übung verletzt man dabei die Eingeweide der Schnecken nicht, wohl aber quellen Teile derselben schon nach dem ersten Einschnitt aus dem entstandenen Spalt hervor.

Die Porzellanschale, in der die Schnecke saß, wurde mit Beginn der Operation schräg und so über einen in einem Meßzylinder steckenden Glastrichter gehalten, daß das abfließende Blut in ihn geleitet wurde.

Von den vielen Blutuntersuchungen, die ich in den Jahren 1901 bis mit 1903 bei *Helix pomatia* ausführte, sollen einige typische Fälle etwas eingehender besprochen werden:

a) Eine *Helix pomatia*, die am 16. August 1901 heimgeholt und die folgenden 4 Tage ohne Futter und ohne Wasser gehalten wurde, gab am 21. August 4,850 ccm Blut ab. Es wog 4,885 g, hatte also ein spezifisches Gewicht von 1,0072. Es enthielt nur wenig Leukozyten, färbte rotes Lackmuspapier tief blau, reagierte also stark alkalisch, und hatte im durchfallenden Lichte eine schwach gelblichgrüne, im auffallenden aber eine tiefblaue Farbe.

Als ich das Blut im Reagensglas kochte, schieden sich große Eiweißflocken ab. Ich filtrierte. Das Filtrat zeigte sowohl im auffallenden wie im durchfallenden Lichte eine wasserhelle Farbe, reagierte aber immer noch stark alkalisch.

Die koagulierte Eiweißmasse, in der sich auch das Hämozyanin befand, war weiß gefärbt, nahm aber nach einigen Tagen, nachdem sie ausgetrocknet war, eine grünliche Farbe an.

b) Eine *Helix pomatia*, die im August 1901 vierzehn Tage lang ohne Futter und Wasser gehalten, aber einen Tag vor der Blutentziehung getränkt wurde, gab 6,5 ccm Blut ab. Sein spezifisches Gewicht war 1,0036. Im übrigen zeigte es dieselben Eigenschaften wie das unter a) besprochene Blut.

c) Eine *Helix pomatia*, welche die Winterruhe in meinem geheizten Arbeitszimmer in offener Kiste verbrachte und nach dem Erwachen aus dem Winterschlafe weder Futter noch Wasser erhielt, wurde am 15. Mai 1902 untersucht.

Die Schnecke wog . . . . = 20,235 g.
Das Gehäuse wog . . . . = 5,530 g;
mithin war der unbeschalte Körper . = 14,705 g schwer.

Bei der Untersuchung gab die verhältnismäßig große Schnecke nur 2,3 ccm Blut ab. Es wog 2,353 g, hatte also ein spezifisches Gewicht von 1,023. An diesem Blute fiel mir auf, daß es dickflüssig wurde, sobald es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kam, daß es im durchfallenden Lichte eine weißgraue, im auffallenden eine graublaue Farbe hatte und außerordentlich stark alkalisch reagierte.

4,6 ccm Wasser, die ich dem in einem Meßzylinder aufbewahrten Blute beigab, mischten sich nur ganz allmählich mit diesem. Nach kräftigem Schütteln hatte sich das dickflüssige Blut in dem beigegebenen Wasser aufgelöst. Das Gemisch reagierte auch jetzt noch alkalisch, wenn auch nicht mehr so sehr stark wie vor der Wasserzugabe, und zeigte im durchfallenden Lichte nicht mehr eine weißgraue, sondern eine schwach gelblichgrüne und im auffallenden Lichte keine graublaue, sondern eine hellblaue Farbe; doch war sie nicht so schön wie bei dem Blute, das wasserreichen Weinbergschnecken entnommen wurde. — Beim Kochen des Blutes schieden sich Eiweißflocken ab.

d) Eine *Helix pomatia*, die gleichzeitig und gleichlang unter denselben Bedingungen gehalten wurde wie die unter c) genannte Schnecke, wurde am 15. April 1902 getränkt. Vor der Wasseraufnahme wog sie 15,490 g, vor der am 16. April vorgenommenen Untersuchung aber 23,770 g. Nach Abzug des Gehäuses mit 3,760 g wog der unbeschalte Körper vor der Tränkung **11,730** g und nach derselben **20,010** g; mithin hatte die Schnecke **8,280** g Wasser aufgenommen. Das sind 70,58% ihres unbeschalten, wasserarmen Körpers.

Während der Schalenabtragung suchte die Schnecke auf meiner Hand fortzukriechen. Nachdem der Eingeweidesinus geöffnet und die Aorta durchschnitten war, entleerte die Schnecke 4,5 ccm = 4,535 g Blut. Ihr bisher ausgestreckter, praller

Körper fiel zusammen und wurde schlaff, und die ausgestülpten Ommatophoren sanken nach unten. Die Fußwellen flossen zwar noch, aber die Schnecke kam nicht mehr vom Platze, weil die Mittelsohle infolge des Blutverlustes die Unterlage nicht mehr berührte.

Nehmen wir an — und wir dürfen das auf Grund der Befunde bei anderen gleichgroßen Weinbergschnecken, die gleichlang unter denselben Bedingungen gehalten wurden wie das in Rede stehende Tier —, daß die Schnecke, ohne daß sie getränkt worden wäre, zwei Gramm Blut abgegeben hätte, und nehmen wir weiter an — im nächsten Abschnitt werde ich hierauf zurückkommen —, daß das getrunkene Wasser dem Blute beigemischt wurde, so hätte die Schnecke nach der Tränkung mindestens 10,280 g Blut besessen, wovon sie aber nur 4,535 g abgab. Mithin wurden von den wasserarmen Geweben und dem in den Schleimdrüsen enthaltenen zähen Schleime 5,745 g oder 55,88 % der gesamten Blutflüssigkeit aufgesaugt.

Ganz allgemein habe ich gefunden: werden wasserarme Schnecken getränkt, so wird der größte Teil des von ihnen aufgenommenen Wassers — 55 bis 65 % — von den Geweben und dem Schleim aufgesaugt.

Das der *Helix pomatia* (d) entnommene Blut hatte ein spezifisches Gewicht von 1,008, zeigte im durchfallenden Lichte eine gelblichgrüne, im auffallenden aber eine sehr schöne blaue Farbe. Es reagierte stark alkalisch und schied beim Kochen viel Eiweiß ab. Das Filtrat reagierte ebenfalls alkalisch, war aber im durchfallenden und auffallenden Lichte wasserhell, da das Hämozyanin beim Kochen der Blutflüssigkeit koagulierte und ausfiel.

Harless (39. S. 154) hat gefunden, daß das Blut der Weinbergschnecke zusammengesetzt ist aus:

90,99 % Wasser,
8,04 % Coagulum und
0,97 % nicht koagulablen Bestandteilen.

Da, wie wir gesehen, der Wassergehalt des Blutes sehr großen Schwankungen unterworfen ist, kann die prozentuale Zusammensetzung selbstredend keine konstante sein. Die Untersuchungsergebnisse werden also wohl sehr differieren, je nachdem man die

zu untersuchende Blutmenge einem wasserreichen oder wasserarmen Tiere entzogen hat.

Harless (39. S. 156) konnte die blaue Farbe des Blutes im Sommer nie wahrnehmen; erst im Winter beobachtete er sie. Er hält es deshalb für wahrscheinlich, daß während der Winterruhe bei den mit einem Epiphragma versehenen Schnecken innerhalb der Schale eine gewisse Menge freien Sauerstoffgases zurückgehalten wird. „Ob dies Folge einer Veränderung im Respirationsprozeß ist, oder Folge einer Zersetzung des Schleimes, der im Winter den Schnecken fast ganz fehlt, lasse ich dahingestellt," schreibt er l. c. S. 156.

Bei meinen Untersuchungen zeigte das Blut der Weinbergschnecke im auffallenden Lichte stets eine blaue Farbe, ganz einerlei, ob es im Winter einem gedeckelten oder im Sommer einem in voller Lebenstätigkeit befindlichen Tiere entnommen wurde. Einer besonderen Ansammlung freien Sauerstoffes im gedeckelten Schneckenhause bedarf es also wohl nicht zur Hervorbringung der blauen Farbe.

Daß die Weinbergschnecken nach der Epiphragmabildung weniger Schleim besitzen, beziehungsweise zu besitzen scheinen, als im vorangegangenen Sommer, ist zutreffend; doch dürfte das nicht darauf zurückzuführen sein, daß der Schleim während der Winterruhe zersetzt und anderweitig verwendet wird, sondern darauf, daß

a) die Schnecken viel Schleim abscheiden, wenn sie sich behufs Epiphragmabildung in die Erde verkriechen;
b) daß sie im Winter wenig Wasser besitzen, weshalb der Schleim dickflüssig ist und nicht so leicht ausgeschieden wird wie im Sommer der dünnflüssige, und daß
c) der Stoffwechsel schon wegen des geringen Wassergehaltes und der geringen Blutmenge der Schnecken während der Winterruhe ein sehr minimaler ist und eine Schleim-Neubildung wohl nicht stattfindet.

Bei *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger* wurden die Bluntuntersuchungen im August 1902 und 1903 ausgeführt.

Nach einem warmen Regen wurden von jeder Art 15 bis 20 große Exemplare heimgeholt, bis in die Nähe der Lebensgrenze

ausgetrocknet und dann getränkt. Andern Tags hatten sie ihr Gewicht um 8 bis 12 g, d. h. um 150 bis 160% erhöht.

Einige Tiere untersuchte ich sofort nach der Wägung, die anderen, nachdem sie wieder mehr oder weniger ausgetrocknet waren. Da die Nacktschnecken in mit Drahtnetzen bedeckten Holzkästen im Sommer rasch austrocknen, wurde nach je 2 Tagen von jeder Art ein Individuum zur Untersuchung herangezogen.

Ar. empiricorum und *L. cinereoniger*, die 9 bis 12 g Wasser getrunken hatten und unmittelbar nach der Gewichtsbestimmung untersucht wurden, entleerten nur 3,60 bis 5,80 g Blut.

Es wurde also auch bei diesen Schnecken der größere Teil des aufgenommenen Wassers sofort von den wasserarmen Geweben und dem wasserarmen Schleime eingesaugt.

Mit fortschreitender Austrocknung verringerte sich die Blutmenge mehr und mehr, und als die Tiere 60% des Gewichtes, das sie nach der Tränkung besaßen, eingebüßt hatten, flossen nur noch 0,65 bis 1 ccm Blut ab, das in Berührung mit der atmosphärischen Luft dickflüssig wurde.

Setzte man die Austrocknung noch etwas fort, so floß, obgleich die Schnecken noch lebten, beim Öffnen ihrer Leibeswand überhaupt kein Blut mehr ab. Infolge Wasserverlustes war es schon im Körper selbst zähflüssig geworden.

Wasserreiches Blut von *Ar. emp.* und *Limax cinereoniger* hatte ein spezifisches Gewicht von 1,005 bis 1,015, dagegen wasserarmes ein solches von 1,105 bis 1,193. Blut, das ich bei einer nach einem kräftigen warmen Sommerregen unternommenen Exkursion dem ausgestülpten Atrium kopulierender *Arionen* entnahm, hatte ein spezifisches Gewicht von 1,0034 bis 1,005.

Wie das Blut von *Helix pomatia*, so hat auch das des *Arion empiricorum* und des *Limax cinereoniger* im durchfallenden Lichte eine schwach gelblichgrüne, im auffallenden aber eine schöne blaue Farbe.

Wenn wir uns ganz korrekt ausdrücken wollten, dürften wir nicht sagen, das Schneckenblut wird durch das Hämozyanin blau gefärbt, sondern: das *Hämozyanin* bewirkt, daß das Schneckenblut blau fluoresziert.

Das Blut des *Ar. empiricorum* sowohl wie das des *L. cinereoniger* ist reich an Eiweißstoffen und reagiert stark alkalisch. Erhitzt man es bis zum Sieden, so koaguliert das Eiweiß. Die restierende Flüssigkeit ist wasserhell, reagiert noch stark alkalisch, zeigt aber im auffallenden Lichte die blaue Farbe nicht mehr. Beim Erhitzen des Blutes ist also auch das *Hämozyanin* aus der Blutflüssigkeit ausgefallen.

Henze (40) ist es gelungen, das Hämozyanin aus Cephalopodenblut in Kristallform zu gewinnen. Es kristallisiert in prismatischen, oft zu Büscheln liegenden Nadeln, die in Wasser löslich sind. Durch Kochhitze und durch Alkohol werden sie in eine koagulierte, unlösliche Modifikation übergeführt.

Die Analyse des aus Oktopusblut gewonnenen Hämozyanins ergab nach Henze (40, S. 379) im Mittel:

Kohlenstoff	53,66 %
Wasserstoff	7,33 %
Stickstoff	16,09 %
Schwefel	0,86 %
Kupfer	0,38 %
Sauerstoff	21,67 %
Zusammen	99,99 %.

Außerdem fand Henze, daß Hämoglobin etwa viermal so viel Sauerstoff zu binden vermag als Hämozyanin.

Die von mir über das Blut von *Helix pomatia*, *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger* angestellten Untersuchungen haben also ergeben:

a) Die Blutmenge ist vom Wassergehalt der Tiere abhängig und deshalb großen Schwankungen unterworfen.

b) Beim Austrocknen der Schnecken kann der Wassergehalt des Blutes und damit die Blutmenge auf ein Minimum herabsinken; doch werden Wasserverlust und Blutmenge schon in einigen Stunden wieder ersetzt, wenn die Tiere Gelegenheit zum Wassertrinken erhalten.

Untersucht man das Schneckenblut auf seine prozentuale Zusammensetzung, so wird das Ergebnis, je nach dem Wassergehalt der Tiere, recht verschieden ausfallen.

Vergleichende Blutuntersuchungen werden also nur dann zutreffende Resultate liefern, wenn die Schnecken, deren Blut verglichen werden soll, einen relativ gleichen Wassergehalt haben.

c) Das von wasserarmen Schnecken getrunkene Wasser wird zum größeren Teil — 55 bis 65% — von den wasserarmen Geweben und dem wasserarmen Schleime eingesaugt. Ihr Volumen vergrößert sich und damit das Gesamtvolumen der Schnecke.

Wasserreiche, erwachsene Weinbergschnecken sowie große *Arion empiricorum* und große *Limax cinereoniger* gaben, nachdem der Eingeweidesinus und das Herz geöffnet waren, 5 bis 7 g, wasserarme nur 0,65 bis 2 g Blut ab.

Bei wasserarmen Weinbergschnecken betrug die abgegebene Blutmenge 13 bis 16% vom Gewichte des unbeschalten Körpers, bei wasserreichen aber:

α) in Berechnung auf das Gewicht des wasserarmen unbeschalten Körpers 38—42%,

β) in Berechnung auf das Gewicht des wasserreichen unbeschalten Körpers 23—25%.

Bei wasserreichen *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger* betrug die abgeflossene Blutmenge in Berechnung auf das Gewicht:

α) des wasserarmen Körpers 60—65%,

β) des wasserreichen Körpers 20—25%.

d) Sehr wasserreiches Blut hat ein spezifisches Gewicht von 1,004 bis 1,008. Wasserarmes Blut ist spezifisch schwerer als wasserreiches.

e) Wasserarmes — konzentriertes — Blut ist sehr reich an Eiweißstoffen und reagiert stark alkalisch.

f) Kommt wasserarmes Blut mit der atmosphärischen Luft in Berührung, so wird es dickflüssig.

g) In der Blutflüssigkeit flottieren nur wenige Leukozyten.

Ellipsoidische Körperchen, die man ganz besonders in jenem Blute antrifft, das man nicht dem Herzen selbst entnimmt, sondern durch Öffnen der Leibeswand gewinnt, stammen aus den Schleimdrüsen. Ich habe sie Schleimkörperchen genannt und bei der Besprechung des Schneckenschleimes näher beschrieben.

h) Das Blut von *Arion empiricorum*, *Limax cinereoniger* und *Helix pomatia* reagiert stark alkalisch. Es enthält gelöstes Hämo-

zyanin und zeigt deshalb im auffallenden Lichte eine blaue Farbe — es fluoresziert also blau — ganz einerlei, ob es im Sommer einer gut genährten, in voller Lebenstätigkeit befindlichen, oder im Winter oder Frühling einer hungernden Schnecke entnommen wird. Im durchfallenden Lichte erscheint es schwach gelblichgrün.

i) Erhitzt man das Schneckenblut bis zum Sieden, so koaguliert das Eiweiß; die zurückgebliebene Flüssigkeit reagiert noch alkalisch, erscheint aber, da das Hämozyanin ausgefallen ist, sowohl im durchfallenden als im auffallenden Lichte wasserhell.

k) Der Schneckenfuß wird durch Blut geschwellt und die Sohle durch Blutdruck zum Kriechen ausgebreitet; die Fußwellen aber werden nicht durch Blutströmung, sondern durch Muskeltätigkeit erzeugt.

l) Gehäuseschnecken, die infolge Austrocknens sehr blutarm geworden sind, vermögen weder auszukriechen, noch ihre Sohle auszubreiten.

5. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf Magensaft und Leber.

Zum Verdauungskanal der Schnecken gehören: Mundhöhle, Pharynx oder Schlundkopf, Oesophagus oder Speiseröhre, Magen und Darm.

Da, wo der Magen in den Darm übergeht, befindet sich ein Blindsack, der sogenannte Magenblindsack, der bei den *Arionen* besonders gut ausgebildet ist. (Siehe Figur 4.) Die Innenfläche der Speiseröhre, des Magen- und Darmrohrs ist mit einem Flimmerepithel ausgekleidet, das viele Schleimdrüsenzellen enthält. Spezielle Verdauungsdrüsen besitzt der Magen nach Biedermann (6. S. 237) nicht.

Als Anhangsdrüsen des Verdauungskanals sind zu nennen: die beiden Speicheldrüsen und die Leber.

Die Speicheldrüsen sind zwei große, weiße oder gelblich weiße, gelappte, flache Körper, die dem Magen aufliegen und ihr Sekret durch zwei Ausführgänge in die Mundhöhle ergießen.

Die Leber ist eine sehr große, zusammengesetzte acinöse Drüse, die aus vielen Drüsenläppchen oder Follikeln besteht, welche von Bindegewebe zusammengehalten werden. Die Fol-

likel selbst vereinigen sich zu zwei großen Leberlappen, die mit je einem Ausführgang in den Magenblindsack münden.

Nach BARFURTH (3) sind die Drüsenläppchen oder Follikel aus drei verschiedenen Arten von Drüsenzellen zusammengesetzt, nämlich aus:

1. Fermentzellen,
2. Leberzellen,
3. Kalkzellen.

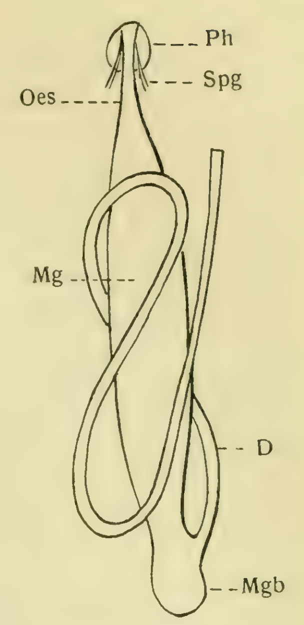


Fig. 4.
Verdauungskanal eines *Arion simrothi* KÜNKEL.
D = Darm. Mg = Magen. Mgb = Magenblindsack. Oes = Oesophagus. Ph = Pharynx. Spg = Speicheldrüsengang.
Natürl. Größe. Dorsalansicht.

BIEDERMANN (6. 7.), der eingehende Untersuchungen über die Physiologie der Leber und der Verdauung angestellt hat, nennt die Fermentzellen auf Grund ihrer Hauptfunktion „Sekretzellen" und die Leberzellen „Resorptionszellen".

Die Ferment- oder Sekretzellen liefern eine gelblich-braune, klare Flüssigkeit, die sich im Magen ansammelt und die zur Verdauung nötigen Enzyme enthält.

Die Leberzellen dienen hauptsächlich zur Resorption der verdauten Nahrung.

BIEDERMANN (7. S. 66) gelangte „zu der festen Überzeugung, daß die Schneckenleber nicht nur zum Teil, sondern wahrscheinlich ganz allein und ausschließlich der Resorption der gelösten Verdauungsprodukte dient, während der Darm selbst dabei so gut wie gar keine Rolle spielt. Die einzigen Bestandteile der Epithelschicht des Darmes sind Schleim- und Flimmerzellen und deshalb nicht zur Resorption geeignet. Entscheidend für die hier in Betracht kommende Frage ist jedoch vor allem der Umstand, daß sich in einem bestimmten Abschnitt des Darmes besondere anatomische Einrichtungen nachweisen lassen, welche offenbar speziell dem Zwecke dienen, den flüssigen Inhalt des Magens und eventuell darin aufgeschwemmte feste Partikel in das Innere der Leber zu leiten respektive aus derselben wieder in den Darm zu befördern."

Die größte Menge Magensaft fand BIEDERMANN (6. S. 238 u. 239) bei solchen Schnecken, bei denen sich der Magen nach reich-

licher Nahrungsaufnahme wieder entleert hatte, was in der Regel nach 24 Stunden der Fall war. Dann fand er den Magen oft ganz prall mit verhältnismäßig dünnflüssigem, braunem Saft gefüllt, während nach einer längeren Hungerperiode der Mageninhalt spärlicher, mehr eingedickt und zähflüssig erschien.

Wie der Magensaft, so veränderte sich auch der Inhalt der Lebersekretzellen infolge Hungerns, bezw. infolge Fütterung der Schnecken.

Nach längerem Hungern (7. S. 16 u. 17) fanden sich in den Sekretzellen dunkelgelbe und braune Kugeln, welche oft zu großen traubigen Aggregaten oder klumpigen, unregelmäßig geformten Massen verschmolzen waren und innerhalb des Sekretbläschens in einer farblosen oder nur schwach gelblichen Flüssigkeit schwammen. Nach reichlicher Nahrungsaufnahme lösten sich die Einschlüsse.

Untersuchte man die Lebern 16 bis 30 Stunden nach der Fütterung, so traten die Sekretzellen als große, mit einer klaren, gelben Flüssigkeit erfüllte, ovale Blasen hervor, die im Innern noch Reste der braunen Einschlüsse oder ziemlich stark lichtbrechende Tropfen oder Kugeln von gleichem Farbenton wie die umgebende Flüssigkeit enthielten.

Biedermann nimmt daher an, daß die braunen Einschlüsse Sekretkugeln sind, die das Material zur Bildung des Sekretes liefern und deshalb wohl auch Enzyme enthalten, sofern letztere nicht in der umgebenden Flüssigkeit von Anfang an gelöst waren.

Ich selbst konnte bei meinen Austrocknungsversuchen Folgendes feststellen:

a) Nachdem eine Anzahl Weinbergschnecken 10 bis 10½ Monate gehungert und gedürstet hatten, wurden einige von ihnen einen Tag vor der Untersuchung getränkt, während die übrigen ohne Futter und Wasser blieben.

Die ungetränkten Tiere hatten sehr wenig dunkelbraunen, etwas eingedickten, die getränkten aber viel dünnflüssigen, klaren, gelblichbraunen Magensaft, der sich in beiden Fällen gegen Lackmuspapier neutral verhielt.

Die Lebern der ungetränkten Tiere enthielten in den Sekretzellen die von Biedermann beschriebenen braunen, festen Kugeln, die der getränkten aber eine hellbraune Flüssigkeit, in der sich noch braune Körnchen fanden.

b) Eine Anzahl *Arion empiricorum*, die durch mehrtägiges Austrocknen ihr Gewicht schon um 50 bis 60% vermindert hatten, besaßen dunkelbraunen, dickflüssigen Magensaft, wogegen der Magen anderer *Ar. empiricorum*, die ebensoweit ausgetrocknet waren, aber 24 Stunden vor der Untersuchung getränkt wurden, mit einem gelbbraunen, dünnflüssigen Safte erfüllt war.

c) Eine Anzahl *Arionen*, die innerhalb 5 Tagen bis zur Grenze der Lebensfähigkeit ausgetrocknet waren, hatten dunkelbraunen, zähflüssigen Magensaft. Er sah aus wie eingedickter dunkler Honig und zeigte unter dem Mikroskop viele braune Körnchen.

Im Magenblindsack aber befand sich eine gelbbraune Flüssigkeit, die alkalisch reagierte, was wohl nur darauf zurückzuführen ist, daß beim Öffnen des Blindsackes dem Magensaft Blut beigemischt wurde.

Die ziemlich feste Leber zeigte viele gelbbraune, körnige Kugeln.

Andere *Arionen*, die ebenfalls bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet, aber vor der Untersuchung getränkt wurden, hatten ihr Gewicht infolge der Wasseraufnahme um 100 bis 150% erhöht. Als sie 10 bis 16 Stunden später geöffnet wurden, war ihr Magen prall gefüllt mit einer gelbbraunen, klaren Flüssigkeit, die neutral reagierte, beim Kochen nach Zusatz von Essigsäure aber viel Eiweiß abschied.

Bei manchen *Arionen* befanden sich in dem prall mit Flüssigkeit gefüllten Magen sehr viele, ziemlich große Nematoden, deren Bewegungen man durch die Magenwand hindurch gut beobachten konnte.

d) Wurden wasserreiche junge Nacktschnecken größerer Arten, oder erwachsene Tiere kleinerer Arten ausgetrocknet, so hatten sie schon nach 1 bis 2 Tagen zähflüssigen oder festen Magensaft. Die Leber war trocken geworden und zeigte in den Sekretzellen die gelbbraunen Kugeln, während bei ihren Artgenossen, die nach der Austrocknung getränkt und am folgenden Tage untersucht wurden, der Magen eine gelbbraune, klare Flüssigkeit enthielt und den Sekretzellen der Leber die gelbbraunen Kugeln fehlten.

e) Erwachsene, große *Limax cinereoniger*, die im Sommer schon nach 8—10 Tagen so weit austrockneten, daß sie zur Fortbewegung fast unfähig waren, hatten eingedicktes Blut

und im Magen eine dunkelbraune 0,50 bis 0,69 g schwere Masse, die am Präparierspatel, an Glas, Holz und den Fingern klebte und bezüglich ihrer Konsistenz mit kristallisiertem Honig zu vergleichen war.

Die 0,69 g schwere Masse löste sich in 25 g Wasser im Verlauf von zwei Stunden zu einer klaren, gelblichbraunen, neutral reagierenden Flüssigkeit auf. Beim Kochen schied sie nach Zusatz von Essigsäure viel Eiweiß ab. Der Mageninhalt bestand also aus festgewordenem Magensaft.

Ein 0,84 g schweres Stück der braun gefärbten Leber nahm, nachdem es in einem Uhrglas mit Wasser übergossen war, schon innerhalb einer Stunde eine hellere (gelblichbraune) Farbe an. Nachdem es dem Wasser entnommen und die ihm anhaftende Flüssigkeit mit Filtrierpapier abgesaugt war, wurde es auf trockenes Filtrierpapier gelegt und erst eine Stunde später gewogen, um sicher zu sein, daß das der Oberfläche anhaftende Wasser verdunstet sei.

Das Leberstück wog 1,11 g; es hatte also 0,27 g Wasser eingesaugt und eine Gewichtszunahme von 32,14 % erfahren.

Das im Uhrglas zurückgebliebene Wasser reagierte alkalisch. Es ist das ein Beweis dafür, daß das der Leber anhaftende und in ihr befindliche, eingedickte Blut dünnflüssig geworden und abgelaufen war.

Was die Leberfarbe im allgemeinen betrifft, konnte ich während meiner mehrjährigen Schneckenzüchtung bei den Nacktschnecken feststellen:

Je dunkler die Tiere einer Art gefärbt sind, desto dunkler ist die Farbe der Leber.

So hatten beispielsweise schwarze *Arion empiricorum* eine dunkelbraune, hellrot gefärbte aber eine gelblichbraune Leber. Schwarze *Limax cinereoniger* besaßen eine dunkelbraune, graue eine gelblichbraune und albine Tiere eine fast pigmentlose Leber.

Wurden annähernd gleichgroße, hellrot gefärbte *Arion empiricorum* oder graue *Limax cinereoniger* bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet und dann einige von ihnen vor und die anderen nach der Tränkung untersucht, so hatten die getränkten Tiere derselben Art stets voluminösere und heller gefärbte Lebern als die ungetränkten.

Bei den angestellten Versuchen büßte also der Magensaft mit fortschreitendem Austrocknen der Schnecken seine dünnflüssige Beschaffenheit ein und ging allmählich in den dickflüssigen oder festen Zustand über, wurde aber wieder dünnflüssig, wenn die Schnecken Wasser getrunken hatten. Ähnlich verhielt sich der Inhalt der Sekretzellen. Daraus folgt:

Die Konsistenz des Magensaftes und des Inhaltes der Sekretzellen hängt vom Wassergehalt der Schnecken ab. Je wasserreicher ein Tier ist, desto dünnflüssiger ist sein Magensaft und umgekehrt.

Daß sich dies tatsächlich so verhält, zeigen folgende Kontrollversuche:

1. Nach einem kräftigen Sommerregen wurden 20 *Arion empiricorum* eingesammelt und sieben Tage lang ohne Futter gehalten. aber in den ersten beiden Tagen getränkt. Nachdem sie dann den in ihrem Darm befindlichen Kot abgegeben hatten, wurden 10 Stück in einer mit einem Drahtnetz bedeckten Holzkiste in meinem Arbeitszimmer aufbewahrt; die übrigen 10 Stück wurden in eine Glaswanne gesetzt, die ich, um ein Austrocknen der Schnecken zu verhüten, mit einer Glasplatte bedeckte und im Keller aufstellte.

Nach weiteren 5 Tagen wurden die Schnecken untersucht. Die trocken gehaltenen Tiere hatten außerordentlich wenig Blut und dickflüssigen Magensaft, während sich bei den gegen Austrocknung geschützten relativ viel Blut und dünnflüssiger Magensaft vorfand.

2. Von den *Limax cinereoniger* meiner Zucht wurden 10 erwachsene Tiere, nachdem sie noch einmal gut gefüttert und getränkt waren, zum Versuch herangezogen.

Dieselben wurden in Gruppen von je 5 Stück in zwei mit engmaschigen Drahtnetzen bedeckten Kisten in meinem Arbeitszimmer aufgestellt. Die Insassen der einen Kiste mußten hungern und dürsten; die der anderen mußten ebenfalls hungern, erhielten aber täglich Wasser.

Nach 8, bezw. 10 Tagen wurden die Schnecken untersucht. Diejenigen, die gehungert und gedürstet hatten, waren — je nach ihrer Größe — mehr oder weniger weit ausgetrocknet, hatten wenig Blut und dunkelbraunen, dickflüssigen oder festen Magensaft, während sich bei jenen Schnecken, die zwar hungern, aber

nicht dürsten mußten, relativ viel Blut und klarer, dünnflüssiger Magensaft vorfand.

Aus beiden Versuchen folgt, daß der Magensaft nicht deshalb dickflüssig wurde, weil die Tiere hungerten, sondern, weil sie infolge Austrocknens viel Wasser verloren hatten.

Arion empiricorum und *Limax cinereoniger*, die infolge Wasserverdunstung 50 bis 60% ihres Gewichtes eingebüßt hatten, nahmen nur sehr wenig oder gar kein Futter zu sich, wenn sie nicht zuvor Wasser trinken konnten. Auch die übrigen Nackt- und Gehäuseschnecken, die durch Austrocknen sehr wasserarm geworden waren, fraßen erst, nachdem sie getrunken hatten.

Infolge Wasserverlustes verringert sich die Blutmenge der Schnecken außerordentlich; ihr Magensaft wird eingedickt und deshalb zur Verdauung der Nährstoffe ungeeignet; die Sekretzellen der Leber können nicht oder nicht genügend sezernieren, weil ihr Inhalt ganz oder größtenteils in den festen Zustand übergeht, und die Speicheldrüsen sowie die Schleimdrüsen der Magenwand liefern infolge Wasserverlustes nur dickflüssiges Sekret.

Wasserarme Schnecken können also, trotz ihres Hungers, weder fressen noch verdauen, wenn sie zuvor nicht Wasser getrunken haben.

Daß Biedermanns Schnecken, obgleich sie nicht besonders getränkt wurden, reichlich Nahrung aufnahmen und 24 Stunden später den Magen prall mit einer klaren gelbbraunen Flüssigkeit gefüllt hatten, rührt jedenfalls daher, daß die Tiere nicht sehr wasserarm waren und, wie Biedermann angibt, mit Weißbrot gefüttert wurden, das zuvor in Wasser aufgeweicht worden war, also in bezug auf sein ursprüngliches Gewicht 60 bis 70% Wasser eingesaugt hatte.

Nacktschnecken, deren Magensaft ganz oder teilweise fest geworden war, nahmen bei der ihnen gebotenen Trinkgelegenheit weniger Wasser auf als die Individuen, die nicht so stark ausgetrocknet waren und nur dickflüssigen Magensaft hatten; doch

tranken sie abermals, wenn sich der feste Mageninhalt gelöst hatte und der flüssige zum Teil resorbiert war.

An heißen Sommertagen kam es vor, daß weit ausgetrocknete Nacktschnecken so gierig und so viel Wasser tranken, daß infolge des Druckes, der während der Verdauung im prall mit Wasser gefüllten Magen herrschte, der Pharynx ausgestülpt wurde. Da die Tiere nicht imstande waren, ihn wieder zurückzuziehen, mit ausgestülptem Schlundkopfe aber auch weder fressen noch trinken konnten, gingen sie zugrunde.

6. Wirkungen der Austrocknung und der sich anschließenden Wasseraufnahme auf die Sexualorgane.

Trocknen geschlechtsreife Schnecken aus, so verlieren die Zwitterdrüse und der Zwittergang, sowie jene Drüsen, welche die Leitungswege für das Sperma und die Eier schlüpfrig halten, oder das zur Spermatophorenbildung nötige Sekret abscheiden, oder die Eihüllen liefern, allmählich soviel Wasser, daß sie nicht mehr funktionieren können.

Bei *Arionen* und *Limax cinereoniger*, die durch Austrocknen 55 bis 60% ihres Körpergewichtes eingebüßt haben, ist das im Zwittergang angehäufte Sperma so eingedickt, daß die Spermatozoen den Zwittergang weder aktiv noch passiv verlassen können. Könnten sie es, so würden sie in den übrigen Leitungswegen nicht weiter kommen, weil deren Drüsen infolge Wasserverlustes zu zähes Sekret besitzen.

Durch ein einmaliges Austrocknen geschlechtsreifer Nacktschnecken bis zur Grenze der Lebensfähigkeit — was schon in einigen Tagen erreicht war — büßten sie ihre Vermehrungsfähigkeit nicht ein, wenn sie dann wieder Wasser und Futter erhielten.

Wasserverluste von 20 bis 30% vom Gewichte ihres wasserreichen Körpers ertrugen die Nacktschnecken wiederholt ohne Nachteile für ihre Vermehrungsfähigkeit, wenn ihnen dann wieder Wasser und Futter zur Verfügung stand.

Erwachsene *Helix pomatia*, die bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet wurden — was einen Zeitraum von 10 bis 11 Monaten beanspruchte —, legten, wenn sie spätestens im Mai

Wasser und Futter erhielten, noch in demselben Sommer Eier ab, andernfalls erst im nächsten Jahre.

Durch einmaliges Austrocknen bis zur Nähe der Lebensgrenze wurde die Funktion der Keimdrüsen bei den Nacktschnecken nicht beeinträchtigt und bei Gehäuseschnecken nicht zerstört.

Daß auch jene Spermatozoen, die bereits vor Beginn der Austrocknung die Zwitterdrüse verlassen und sich im Zwittergang angesammelt hatten, durch das Austrocknen der Schnecken keinen Schaden nahmen, konnte bei *Limaciden* festgestellt werden:

Die dem Zwittergange ausgetrockneter Limaces entnommenen Spermatozoen waren bewegungslos; lebhaft aber bewegten sich jene aus dem Zwittergange solcher Tiere, die nach der Austrocknung — und zwar einen Tag vor der Untersuchung — getränkt wurden.

Durch Austrocknen der Nacktschnecken bis zur Lebensgrenze verlieren also die im Zwittergang angesammelten Spermatozoen ihre Lebensfähigkeit nicht, wenn den Tieren nach dem Austrocknen Wasser und Futter zur Verfügung stehen.

Allerdings gilt das nur für die *Limaciden;* denn den Spermatozoen der *Arionen* konnte man es nicht ansehen, ob sie noch lebensfähig waren, da sie sich niemals aktiv bewegten. Doch unterliegt es keinem Zweifel, daß auch sie durch Austrocknen der Schnecken bis zur Lebensgrenze keinen Schaden erleiden, und das um so mehr, als die *Arionen* dasselbe Wasserbedürfnis haben und denselben Austrocknungsgrad ertragen wie *Limax cinereoniger*, dessen Spermatozoen nach dem Austrocknen noch lebensfähig waren.

In der freien Natur kopulieren die Gehäuseschnecken in der Regel, die Nacktschnecken stets, nach einem niedergegangenen warmen Regen.

Der Grund dieses Verhaltens der Schnecken ist, daß ihnen der Regen Gelegenheit zum Wassertrinken gibt, worauf das getrunkene Wasser die Gewebe durchtränkt und sowohl die Drüsen zum Abscheiden befähigt, als die Blutmenge stark vermehrt, wodurch die Schnecken fähig werden, die bei der Copula in Tätigkeit tretenden Teile ihrer Sexualorgane auszustülpen. Daß hierzu

relativ viel Blut nötig ist, konnte ich beim *Arion empiricorum* nachweisen.

Wie bereits mitgeteilt wurde, besitzen erwachsene, große, wasserreiche *Arion empiricorum* 5 bis 7 g freies, das heißt solches Blut, das nicht von den Geweben eingesaugt ist.

Will der *Arion* kopulieren, so muß sich das Geschlechts-Atrium ausstülpen. Dazu aber sind bei einem großen Tiere, wie die dem ausgestülpten Atrium entnommene Blutmenge erweist, 3 bis 5 g Blut nötig, also $^2/_3$ der gesamten freien Blutmenge des Tieres.

Nun wissen wir aber, daß die Nacktschnecken, wenn sie nicht ein gutes Versteck haben, so rasch austrocknen, daß sie schon einige Tage nach der Tränkung, bezw. nach einem Regen, nur einen mittleren Wassergehalt haben. Bis zu diesem Moment hat sich aber ihre Blutmenge durch Wasserverlust so vermindert, daß sie zum Ausstülpen der Kopulationsorgane nicht mehr ausreicht. Schnecken, die nicht genügend Blut haben, also nicht wasserreich sind, können nicht kopulieren, selbst wenn ihnen der Trieb hierzu nicht fehlte.

Die Nacktschnecken meiner Zucht hatte ich in einem für Zuchtversuche besonders gut geeigneten, feuchten Keller untergebracht. Tränkte ich die geschlechtsreifen Tiere, so kopulierten wenige Stunden später viele von ihnen. Auch 5 bis 6 Tage nach der Tränkung kopulierten noch einige Paare. Dann aber hörte jede sexuelle Vereinigung auf und setzte erst von neuem ein, wenn die Schnecken wieder getränkt wurden.

Dies Verhalten zeigten alle unsere Nacktschneckenarten.

Kopulieren können also die Schnecken nur dann, wenn sie über die zur Ausstülpung der Kopulationsorgane nötige Blutmenge verfügen, was dann der Fall ist, wenn sie viel Wasser getrunken haben, also nach einem natürlichen oder künstlich erzeugten Regen oder nach ausreichender Tränkung. Schnecken mit mittlerem oder geringem Wassergehalt sind unfähig zu kopulieren, weil ihnen die zur Ausstülpung der Kopulationsorgane nötige Blutmenge fehlt.

Bei meinen ausgedehnten zehnjährigen Zuchtversuchen mit Nackt- und Gehäuseschnecken wurde unter anderm Folgendes festgestellt:

Der männliche Teil der Sexualorgane entwickelt sich früher als der weibliche; die Spermatozoen reifen vor den Eiern. Eiweißdrüse und Uterus sind bei der ersten Kopulation noch recht unscheinbar, wachsen aber in den folgenden 4 bis 8 Wochen zu voller Größe heran, wenn es den Tieren nicht an Wasser und Futter gebricht.

Werden die Schnecken zu trocken gehalten, so erlangen Eiweißdrüse und Uterus nicht die volle Ausbildung, und die Eizellen würden, auch wenn sie in die Leitungswege einträten, des Eiweißes und sämtlicher Eihüllen entbehren und deshalb zugrunde gehen.

Wenn es den *Arionen* und *Limaciden* nicht an Futter und Wasser fehlte, begann 6—8 Wochen nach der ersten Kopulation die Legeperiode, und die Tiere setzten dann innerhalb 2—3 Monaten in größeren und kleineren Zwischenräumen oft 12mal Eier ab.

Die Eier der *Limaciden*, *Helix arbustorum* und *Campyläen* sind weichhäutig. Unter einer gallertigen, dicken Eihülle liegt eine dünne, zähe, feste Haut, die das die Eizelle bergende Eiweiß umhüllt.

Wurden die genannten Nackt- und Gehäuseschnecken während einer Legeperiode öfters und reichlich getränkt, so waren ihre Eier prall und hingen — mit Ausnahme von denen des *Limax variegatus*, bei dem sie wie eine Perlschnur erscheinen — nicht zusammen.

Tränkte ich die Schnecken nicht nur in längeren Zwischenräumen, sondern auch weniger ausgiebig, so waren die Eihüllen nicht prall gespannt, sondern eingesunken. Auch das die Eizelle umschließende Eiweiß hatte seine Kugelgestalt infolge des Einsinkens der Eihüllen eingebüßt (siehe Figur 5). Ich öffnete einige Eier auf einem Objektträger. Unter dem Mikroskop zeigten sich Eiweißkugeln, die an ihren Berührungsflächen abgeplattet waren. Nach Zugabe von etwas Wasser quollen sie rasch stark auf und verschmolzen zu größeren Kugeln. Das Eiweiß war also wasserarm gewesen.

Durch diese Beobachtung veranlaßt, legte ich wasserarme Eier in Wasser von 18—20° C. Schon nach einer halben Stunde waren sie ganz prall (siehe Figur 6). Die Eihäute und das Eiweiß hatten viel Wasser eingesaugt und ihr Volumen vergrößert. Bei Eiern, die geöffnet wurden, waren jetzt

keine Eiweißkugeln mehr zu finden; infolge der Wasseraufnahme hatten sie sich vereinigt.

Furchungsprozeß und Embryonalentwicklung verliefen bei solchen in Wasser gequollenen Eiern normal, und die Entwicklungsdauer war dieselbe wie bei jenen Eiern, die den Uterus in prallem Zustande verlassen hatten.

Hinzuzufügen wäre noch, daß bei den in Rede stehenden Eiern die Eihüllen nicht erst nach der Eiablage infolge Wasserverdunstung eingesunken waren, sondern schon, als sie eben den Tierkörper verließen. Ich hatte das Ablegen direkt beobachtet.

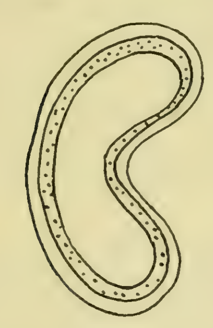


Fig. 5.
Wasserarmes Ei einer *Helix arbustorum.*

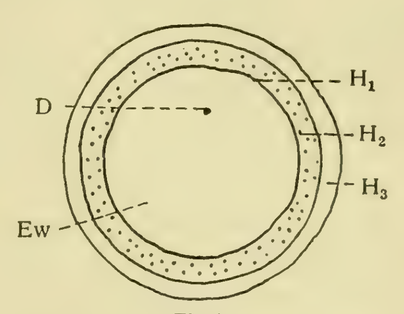


Fig. 6.
Dasselbe: nach einstündigem Aufenthalt unter Wasser. 12fach vergrössert.

D = Dotter. Ew = Eiweiß. H_1 = innere Eihülle. H_2 = mittlere Eihülle mit Kalkspatrhomboedern. H_3 = äußere Eihülle.

Bei wasserärmeren *Limax cinereoniger* und *Limax cinereus* hingen oft mehrere Eier perlschnurartig aneinander. In einem Falle bildete der ganze Eihaufen — es waren 298 Eier — eine einzige, zusammenhängende Kette. Es bot ein hübsches Bild, als ich ein Ei des Geleges aufhob, wobei sich der ganze Eihaufen abwickelte, so daß er einer prächtigen, doppelreihigen Perlschnur glich.

Als ich im August 1908 auf einige Wochen verreisen mußte, wurden meine Zuchttiere vor meinem Weggange noch einmal gut gefüttert und tüchtig getränkt. Nach der Rückkehr, 4 Wochen später, fand ich frisch geschlüpfte Junge und auch einige Eisätze vor. Aber mit Rücksicht darauf, daß der August die Hauptlegezeit für die meisten Nacktschneckenarten ist, hätte jedes Zuchttier zwei bis drei Eisätze abgegeben haben sollen. Das Aussehen der Tiere gab Aufschluß über die geringe Eierproduktion. Die Schnek-

ken waren nur halb so groß als bei meiner Abreise, hatten also durch Verdunstung viel Wasser verloren und waren deshalb außerstande, ihre Eier abzusetzen. Die Richtigkeit dieser Vermutung wurde bestätigt. Noch am Abend meiner Rückkehr wurden die Schnecken getränkt. Schon nach einigen Stunden hatten sie ihre frühere Größe wieder erreicht, und am andern Morgen traf ich die meisten von ihnen bei der Eiablage.

Um festzustellen, welchen Austrocknungsgrad die Clausilien ertragen, wurden am 6. August 1899 nach mehrtägigem Regen zehn Stück gesammelt. Es waren Tiere einer kleineren Art. Die Spezies versäumte ich leider zu bestimmen. Doch das ist für das, was ich hier mitteilen möchte, nebensächlich.

Die Clausilien wogen am 7. Juli 1899 0,120 bis 0,130 g und hatten am 6. Oktober, also nach 3 Monaten, durch Wasserverdunstung ihr Gewicht um 22 bis 27% vermindert. Am 7. Oktober wurden sie getränkt, und am 12. Oktober hatten vier Tiere je 8—11 lebende Junge abgesetzt.

Das von den Tieren getrunkene Wasser hatte also den Uterus zum Ausstoßen der Jungen befähigt.

Nachdem die jungen Clausilien mit Wasser angefeuchtet waren, krochen sie aus und konnten unter dem Mikroskop beobachtet und gemessen werden. Ihre Gehäuse waren 1,2 bis 1,5 mm hoch und besaßen drei Embryonalwindungen.

Aus dem, was über die Eiablage mitgeteilt wurde, folgt:

Sind die Schnecken zur Zeit der Eiablage sehr wasserreich, so scheiden die Eiweißdrüse und die Uterusdrüsen wasserreiche Sekrete ab, und die abgelegten Eier sind prall gefüllt. Sind die Schnecken weniger wasserreich, so liefern die bei der Eiablage tätigen Drüsen weniger wasserreiche Sekrete, weshalb die abgelegten Eier schlaffe, eingesunkene Hüllen und wasserärmeres Eiweiß haben.

Wasserarme Schnecken sind nicht fähig, ihre Eier abzusetzen.

Mit linksgewundenen Weinbergschnecken (*Helix pomatia*) wurde unter andern folgender Versuch angestellt:

Nachdem zwei Tiere im Frühling ihr Schalenwachstum vollendet hatten und geschlechtsreif geworden waren, wurde im Juli

die Kopulation mit Erfolg ausgeführt. Nun isolierte ich die beiden Individuen, gab ihnen in den nächsten vier Wochen weder Futter noch Wasser, dann zwar Futter, aber nur wenig und selten Wasser. Eier legten sie in diesem Jahre nicht ab.

Im nächsten Frühling wurden die Schnecken weiter isoliert gehalten, aber gut gefüttert und getränkt. Im Juli, beziehungsweise im August, legten sie 40, respektive 38 Eier ab, die sich fast alle entwickelten und rechtsgewundene Nachkommen lieferten.

Arnold Lang (68. Anmerkung S. 439) konnte bei *Helix pomatia* nie konstatieren, daß das übertragene Sperma nach Überwinterung lebens- und befruchtungsfähig bleibt. Auch kommt nach ihm (68. S. 443) bei der Gattung *Helix* Selbstbefruchtung nicht vor. Ist letzteres zutreffend, so war bei meinen beiden *Helix pomatia* das Sperma, das sie bei der Kopulation von ihrem Partner empfingen, tatsächlich ein volles Jahr lebens- und befruchtungsfähig geblieben.

Aus den bis jetzt gemachten Ausführungen geht hervor, daß das Wasser ein wichtiger Faktor ist für das Sexualleben und die Vermehrungsfähigkeit der Schnecken.

Die gewonnenen Ergebnisse sind folgende:

a) Mit fortschreitender Austrocknung wird der Inhalt des Zwitterganges und der Drüsen der Leitungswege so zähe, daß das im Zwittergang angehäufte Sperma weder diesen verlassen, noch die übrigen Leitungswege passieren kann.

Trinken die Schnecken jedoch Wasser, so wird der Inhalt des Zwitterganges wieder saftreicher, und die Drüsen der Leitungswege funktionieren schon nach einigen Stunde wieder normal.

b) Durch ein einmaliges Austrocknen der Schnecken bis in die Nähe der Lebensgrenze wird die eventuelle spätere Funktion der Keimdrüsen bei den Nacktschnecken nicht beeinträchtigt und bei den Gehäuseschnecken nicht zerstört.

c) Durch Austrocknen der Nacktschnecken bis zur Lebensgrenze verlieren die Spermatozoen, die sich

schon vor dem Austrocknen im Zwittergang angesammelt hatten, ihre Lebensfähigkeit nicht, wenn den Schnecken nach dem Austrocknen Wasser und Futter zur Verfügung steht.

d) Hat *Helix pomatia* einen genügenden Wasservorrat, so bleibt das Sperma, das sie bei der Kopula von ihrem Partner empfangen hat, mindestens ein volles Jahr lebens- und befruchtungsfähig.

e) Schnecken mit mittlerem oder geringerem Wassergehalt vermögen nicht zu kopulieren, weil ihre Blutmenge — sie ist vom Wassergehalt der Tiere abhängig — zur Ausstülpung der Kopulationsorgane nicht ausreicht.

Haben die Schnecken infolge niedergegangenen Regens Gelegenheit zur Wasseraufnahme, so schreiten sie schon wenige Stunden später zur Kopulation. Dies beweist, wie rasch das getrunkene Wasser dem Blute zugeführt wird.

f) Geschlechtsreife Schnecken, die zu trocken gehalten werden, legen trotz vollzogener Kopulation keine Eier ab.

g) Eier, die von wasserreichen *Limaciden*, *Helix arbustorum* und *Campylaea cingulata* abgesetzt werden, haben straff angespannte Eihüllen, während die Eier weniger wasserreicher Tiere eine schlaffe Hülle und nicht sehr wasserreiches Eiweiß besitzen.

In Wasser gelegt, saugen die Eier solches rasch ein, so daß sie schon nach einer halben Stunde ganz prall sind. Die spätere Entwicklung des Eies wird hierdurch nicht beeinträchtigt.

h) Wasserreiche *Limax cinereoniger* und *Limax cinereus* legen ihre Eier einzeln ab. Bei weniger wasserreichen Tieren dagegen hängen sie perlschnurartig zusammen, weil das Sekret, das die äußere Eihülle liefert, infolge Wassermangels schon im Uterus zähe geworden war.

i) Lebend gebärende Clausilien können ihre Jungen nur dann ausstoßen, wenn sie genügend wasserreich sind.

VI. Kapitel.

Weg des Wassers im Schneckenkörper.

Wie wir fanden, betrugen die von wasserarmen Nackt- und Gehäuseschnecken durch die Haut aufgenommenen Wassermengen 60—70% ihres Körpergewichtes. Anders verhielt es sich aber mit den durch den Mund aufgenommenen Wassermengen. Bei wasserarmen Nacktschnecken betrug das Gewicht des getrunkenen Wassers das 1,6- bis 4,3 fache des Körpergewichtes, während es bei den Gehäuseschnecken — von *Succinea* abgesehen — stets etwas (1—24%) hinter dem Gewichte des wasserarmen, unbeschalten Körpers zurückblieb.

Durch den Mund nahmen die Gehäuseschnecken rund $1^1/_2$ mal, die Nacktschnecken aber 2 bis 6 mal so viel Wasser auf als durch die Haut.

Nachzuweisen wäre nun noch:

Erstens: auf welchem Wege das durch die Haut aufgenommene Wasser in dem Schneckenkörper sich verbreitet, und ob es dem Blute beigemischt wird; zweitens: welchen Weg das von den Schnecken getrunkene Wasser einschlägt, und ob es vollständig oder nur zum Teil dem Blute zugeführt wird.

1. Weg des durch die Haut aufgenommenen Wassers.

Wie bereits früher (s. S. 26 und 27) ausgeführt wurde, haben besonders Kollmann und Griesbach an der Fußkante der Fluß- und Teichmuscheln mikroskopisch kleine Spalten, sogenannte *Pori aquiferi*, nachzuweisen gesucht und behauptet, daß durch diese Poren dem Blute direkt Wasser zugeführt werde, während Carrière, Fleischmann und Schiemenz *Pori aquiferi* nicht auffinden konnten. Griesbach (37. S. 137), der seinerzeit unter Kollmanns Einfluß so energisch für eine Wasseraufnahme durch Poren eingetreten war, erkannte später auf Grund neuer, mit Hilfe verbesserter Methoden angefertigter Schnittserien, daß die von ihm

früher beschriebenen Spalten von Zerreißungen hergerührt haben müßten. Als er das Blut der *Acephalen* untersuchte, erkannte er ferner (37. S. 132 u. 133), daß Wasser, welches durch eine den Tieren beigebrachte Wunde in das Blut eindrang, die Beschaffenheit der Leukozyten und der gefärbten Elemente, wo solche vorhanden waren, beeinträchtigte. So kam er zur Überzeugung, „daß eine direkt zum Blute stattfindende Wasserzufuhr eine physiologische Unmöglichkeit sei.“

Leydigs (75. 76. 77.) Ansicht, die Pulmonaten hätten unter dem Epithel Interzellularräume, von denen aus enge Kanälchen an die Körperoberfläche führten, und daß mittels dieser Einrichtung dem Blute Wasser beigemischt werden könne, wurde von Schiemenz und von v. Ihering aus physiologischen Gründen nicht geteilt; auch suchten letztere vergeblich nach den von Leydig beschriebenen Kanälchen und deren Öffnungen.

Dagegen war Nalepa (85) überzeugt von der Existenz dieser von Leydig gefundenen Porenkanäle, die von Interzellularräumen an die Körperoberfläche führten. Er glaubte, sie bei *Helix pomatia* durch folgendes Verfahren nachgewiesen zu haben:

a) Injizierte er (85. S. 1187) die Schnecken, so drang die Injektionsmasse in die unter dem Epithel gelegenen Interzellularräume ein. In den Porenkanälen, die sich nach außen bedeutend verengten, „drang sie aber selten über das obere Drittel der Zellhöhe,“ und er mußte viele Schnitte durchmustern, bis er einen traf, bei dem die Injektionsmasse nach außen gedrungen war. Oft wurden durch die hervorquellenden Injektionsmassen die Oberhautzellen abgehoben.

Schiemenz (91. S. 469), der sich außerordentlich eingehend mit der Wasseraufnahme bei den Mollusken beschäftigte, fand wohl Interzellularräume, aber sie waren stets nach außen spitz geschlossen. Nach seiner Ansicht kommen die genannten Räume dadurch zustande, daß die Basilarmembran, der die Epithelzellen aufsitzen, sich faltet und so spitze, dreieckige Vorsprünge nach außen bildet, die sich zwischen die Epithelzellen einschieben. Daraus erklärt es sich auch, daß die Injektionsmasse nur selten über das obere Drittel der Zellhöhe drang und Epithelschichten durch sie abgehoben wurden. Wären Porenkanäle vorhanden, so hätte die Injektionsmasse stets nach außen dringen müssen.

b) An frischem Epithel, das Nalepa mit einer Flachschere abtrug und bei starker Vergrößerung von oben betrachtete, gewahrte er (85. S. 1182) nicht nur Schleimdrüsenöffnungen, sondern auch Hautporen, die zwischen den Epithelzellen lagen. Letztere Zellen stießen nicht eng aneinander, sondern ließen zwischen sich einen schmalen Raum frei, der sich an einzelnen Stellen mehrfach erweiterte und auf diese Weise Veranlassung zur Entstehung der sogenannten Hautporen gab.

Ich selbst beträufelte wasserarme Weinbergschnecken (sie hatten von August bis Mai gehungert und gedürstet) zwei Stunden lang mit Wasser von 25—28° C, das ich in mehreren Fällen mit Methylenblau gefärbt hatte. Der Muskeltonus löste sich, und die Schnecken breiteten ihren Fuß, der infolge der Beträufelung aufgequollen war, auf der Unterlage, einer Glasplatte, behaglich aus. Um sie zu töten, tauchte ich die Schnecken samt der Glasplatte in kochendes Wasser.

Epithelteilchen des Fußrückens, die ich mit einem Rasiermesser abtrug, zeigten sehr große Schleimdrüsenöffnungen, aber keine *Pori aquiferi.* Die Öffnungen der Schleimdrüsen waren infolge der Beträufelung so sehr erweitert worden, daß man sie an den abgetragenen Epithelteilchen schon mit der Lupe deutlich sehen konnte.

Nach meinen Erfahrungen nehmen Weinbergschnecken, die man mit Wasser von 28° C beträufelt, in einer bestimmten Zeit mehr Wasser auf als solche, die mit Wasser von nur 18 bis 20° C beträufelt werden, da sich bei Anwendung höher temperierten Wassers der Muskeltonus besser löst und sich die Schleimdrüsenöffnungen mehr erweitern als bei Benützung weniger hoch temperierten Wassers.

Wäre das aufgeträufelte Wasser durch *Pori aquiferi* in die Haut eingedrungen, so hätten sich diese wohl auch bei der Beträufelung erweitern müssen, da andernfalls nicht zu verstehen wäre, warum wärmeres Wasser rascher aufgenommen wird als kälteres. Da sich die Fußmuskulatur beim plötzlichen Tod der Schnecken in kochendem Wasser nicht stark kontrahieren konnte, so hätten sich wohl auch die Hautporen nicht so sehr verengen können, daß selbst bei starker Vergrößerung nichts von ihnen zu sehen war.

Die mikroskopische Untersuchung hat also ergeben, daß unsere Gehäuse- und Nacktschnecken wohl große Schleimdrüsenöffnungen, aber keine *Pori aquiferi* be-

sitzen. Mithin kann den Interzellularräumen sowie dem Blute durch die Haut kein Wasser direkt zugeführt werden.

Schiemenz (91. S. 426), der die *Pori aquiferi* ebenfalls vergeblich suchte, bemerkt treffend: „Wenn das Tier versuchte, einen Turgor im Fuße herzustellen, so würde das Blut durch diese „Röhrchen“ trotz der Kapillaradhäsion allmählich entweichen und eine längere Schwellung unmöglich machen. Da nun aber tatsächlich die Schnecken und Muscheln sehr lange Zeit hindurch den Fuß im turgeszierenden Zustande erhalten, so folgt daraus, daß diese „Röhrchen“ während desselben geschlossen sein müssen. Daß sie beim kontrahierten Fuß geschlossen sind, wo die Epithelzellen und die Muskeln so dicht zusammengepreßt sind, ist selbstverständlich. Diese Röhrchen sind also bei den Schnecken, wo der Fuß fast immer entweder geschwellt oder kontrahiert ist, geschlossen, mithin überflüssig, und eine Kommunikation zwischen dem Blute und dem umgebenden Wasser ist durch sie unmöglich.“

c) „Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen,“ sagt Nalepa (85. S. 1188), daß auch bei den Landlungenschnecken Wasser durch die Interzellularräume des Hautepithels aufgenommen wird. Nicht allein, daß die Schnecken bald ein pralles, durchscheinendes Aussehen annehmen, wenn man sie auf durchnäßte Tuchlappen legt, auch Ferrozyankali in verdünnten Lösungen wird durch die Haut unverändert aufgenommen und läßt sich sehr bald im Blute nachweisen.“

Da Nalepa nicht angibt, welche Schnecken „bald ein pralles, durchscheinendes Aussehen annehmen“, wenn man sie auf einen durchnäßten Tuchlappen legt, will ich von den vielen Versuchen, die ich mit Nackt- und Gehäuseschnecken ausführte, einige erwähnen:

α) Wasserreiche *Limax tenellus* sind am Hinterende durchscheinend. Trocknet man sie bis in die Nähe der Lebensgrenze aus, so sind sie zur Fortbewegung und zum Wassertrinken unfähig. Legt man sie dann auf einen nassen Tuchlappen, so saugt die Haut etwas Wasser ein. Beträufelt man aber außerdem noch den Rücken der Schnecke mit temperiertem Wasser, so kann sie in einigen Stunden das Gewicht ihres wasserarmen Körpers um 60 bis 70% erhöhen, aber durchscheinend wird ihr Hinterende dabei nicht,

wohl aber dann, wenn die Schnecke ihr Gewicht infolge Wassertrinkens um weitere 300 bis 350% erhöht hat.

Auch ein pralles Aussehen erhalten die Nacktschnecken nicht, wenn sie auf einem durchnäßten Tuchlappen liegen, wohl aber durch Wassertrinken.

β) Wurden die Nacktschnecken, ehe sie bis zur Grenze der Lebensfähigkeit ausgetrocknet waren, auf einen durchnäßten Tuchlappen gelegt, so leckten sie sofort das Wasser auf, das sich — da sie einen Druck auf den nassen Lappen ausübten — um ihren Körper ansammelte. Auch blieben die Tiere nicht ruhig auf dem Lappen sitzen, sondern bewegten sich fort, schoben das aus dem Lappen ausgepreßte Wasser vor sich her und hatten so eine sehr günstige Gelegenheit zum Wassertrinken.

Wenn also Nalepa Nacktschnecken zu seinen Versuchen verwendet hatte, so erhielten sie deshalb ein pralles, durchscheinendes Aussehen, weil sie Wasser nicht allein durch die Haut aufnahmen, sondern auch durch den Mund.

γ) Hatte Nalepa, was wahrscheinlich ist, Weinbergschnecken zu seinen Versuchen verwendet, so waren drei Fälle möglich: Entweder waren die Tiere sehr wasserarm, oder sie hatten einen mittleren Wassergehalt, oder sie besaßen verhältnismäßig viel Wasser.

Wasserarme Weinbergschnecken sind tief in ihr Gehäuse zurückgezogen. Auf einen nassen Tuchlappen gelegt, kriechen sie aus und lecken, wie die wasserarmen Nacktschnecken, sofort das von ihnen aus dem Tuchlappen ausgepreßte Wasser auf.

Lockt man die Schnecken, bevor man sie auf den nassen Lappen setzt, durch Eintauchen in Wasser aus ihrem Gehäuse, so kann man beobachten, daß sie, sobald der Kopf zwischen dem Mantelrand hervorgetreten ist, das der Innenseite der Schale anhaftende Wasser auflecken und, sobald sie auf den nassen Lappen kommen, gierig weiter Wasser trinken.

Genau so verhalten sich die Weinbergschnecken mit einem mittleren Wassergehalt, während wasserreiche Tiere den Lappen bald wieder verlassen und sich an der Wand des den Lappen bergenden Gefäßes festsetzen.

Bei den von mir angestellten Beträufelungsversuchen, bei denen eine Wasseraufnahme durch den Mund ausgeschlossen war, mußten oft 2000 ccm Wasser den Rücken und die Seitenflächen einer Weinbergschnecke passieren, bis sie im Verlaufe von 2—2 1/2 Stunden

— je nach ihrer Größe — 4 bis 6 g aufnahm und der Fußrand durchscheinend wurde.

Wenn NALEPAS Weinbergschnecken, die auf einen durchnäßten Tuchlappen gesetzt wurden, „bald ein pralles, durchscheinendes Aussehen erhielten," so wurde das nicht durch jenes Wasser bedingt, das die Tiere durch die Haut aufnahmen, sondern durch jenes, das sie tranken.

Daß auch Ferrozyankali in verdünnten Lösungen aufgenommen wurde und sich „sehr bald" im Blute nachweisen ließ, ist der sicherste Beweis dafür, daß es durch den Mund seinen Eingang in den Schneckenkörper nahm.

Wasserarme Nackt- und Gehäuseschnecken, die ich mit verdünnten Lösungen von Ferrozyankali beträufelte, erfuhren wohl einen Gewichtszuwachs, aber in das Blut war das Salz nicht gelangt. Eisenchloridlösung brachte weder in dem den Schnecken entnommenen Blute, noch an den innern Organen eine Blaufärbung hervor.

Für die Lösung der Frage, ob die Schnecken Wasser durch die Haut aufnehmen, und ob dieses dem Blute zugeführt wird, sind die von NALEPA gewonnenen Ergebnisse insofern bedeutungslos, als den Tieren bei dem angewandten Verfahren Gelegenheit zum Wassertrinken geboten war.

Nachdem feststeht, daß unsere Landpulmonaten *Pori aquiferi* nicht besitzen, tatsächlich aber relativ viel Wasser durch die Haut aufzunehmen vermögen, bleiben nur noch zwei Wege des Wassereintritts übrig: Entweder dringt das Wasser durch die Schleimdrüsenöffnungen, oder auf osmotischem Wege durch die gesamte Haut in den Körper ein.

Erwägt man, daß temperiertes Wasser den Muskeltonus löst, daß sich die Schnecken während der Beträufelung behaglich ausstrecken, die Schleimdrüsenöffnungen sich erweitern, und daß wasserarmer Schleim außerordentlich viel Wasser einzusaugen vermag, so dürfte die Annahme, das Wasser nehme seinen Weg durch die Schleimdrüsenöffnungen und werde von dem in den Drüsen enthaltenen, wasserarmen Schleime aufgesaugt, richtig

sein. Für eine Wasseraufnahme durch die Schleimdrüsenöffnungen sprechen folgende Tatsachen:

α) Schnecken, deren Körperschleim infolge Austrocknens zähe geworden war, schieden nach der Beträufelung dünnflüssigen Schleim ab.

β) Bei *Helix pomatia*, die 10 bis 11 Monate ohne Wasser gehalten worden waren, ging der zähe Schleim des Mantelwulstes infolge Beträufelung des über der eingezogenen Schnecke ausgebreiteten Mantelsaumes in dünnflüssigen Zustand über, und die Schnecken konnten wieder Schutzhäute erzeugen.

γ) War der Körperschleim in den dünnflüssigen Zustand übergegangen, so konnte bei den Beträufelungsversuchen und bei den unter Wasser gehaltenen Schnecken eine weitere Gewichtsvermehrung nicht festgestellt werden. Floß bei den unter Wasser gehaltenen Schnecken der dünnflüssig gewordene Schleim ab, so verminderte sich ihr Körpergewicht trotz ihres Aufenthaltes unter Wasser.

δ) Wurde dem Schleime, der mehr oder weniger wasserarmen Schnecken mittelst Chloroformdämpfen entzogen worden war, Wasser beigegeben, so quoll er zu einem dicken, gallertigen Wulste auf. Hätte man den gequollenen Schleim den Schnecken zurückgeben können, so hätten sie ähnliche Gewichtsvermehrungen erfahren wie bei den von mir geschilderten Beträufelungsversuchen.

Einige Beispiele seien angeführt:

a) 0,60 g Schleim, die einem wasserarmen, 3,54 g schweren *Limax variegatus* entzogen wurden, saugten innerhalb zwei Stunden 1,82 g Wasser ein. Hätte man den zu einer dicken gallertigen Masse aufgequollenen Schleim der Schnecke zurückgeben können, so hätte sie dadurch einen Gewichtszuwachs von 51,41 % erfahren.

b) 0,81 g Schleim, die einem 5,20 g schweren *Arion empiricorum* entzogen wurden, saugten in 3 1/2 Stunden 2,19 g Wasser ein und quollen zu einem dicken Wulste auf. Hätte der Schleim der Schnecke zurückgegeben werden können, so hätte sie eine Gewichtsvermehrung von 42,11 % erfahren.

Auf Grund der geschilderten Tatsachen unterliegt es keinem Zweifel, daß der in den Schleimdrüsen enthaltene zähe Schleim Wasser einsaugt, und daß dieses seinen Weg durch die Drüsenöffnungen nimmt.

Wasserarme Weinbergschnecken und junge, weiße *Arion empiricorum* wurden 2 bis 4 Stunden lang mit Wasser beträufelt, das durch Methylenblau gefärbt war.

An dem Gewichtszuwachs, der 40 bis 60% betrug, erkennt man, daß die Schnecken relativ viel Wasser durch die Haut aufgenommen hatten. Getötet wurden sie durch Einlegen in kochendes Wasser. An Querschnitten, die unmittelbar darauf mit einem Rasiermesser angefertigt wurden, waren nicht nur die Epidermis und der in den Drüsen enthaltene Schleim blaugrün gefärbt, sondern auch ein Teil der Unterhaut. Es ist das ein Beweis dafür, daß das Wasser auf osmotischem Wege dahin gelangt ist und zwar von den Schleimdrüsen aus, aber auch durch die Epithelzellen hindurch.

Aus den Versuchen ergibt sich: Das Wasser, das die Schnecken durch die Haut aufnehmen, dringt durch die Schleimdrüsenöffnungen in die Drüsenzellen, aber auch auf osmotischem Wege in die Epithelzellen ein und wird von da aus, also von den Drüsen- und Epithelzellen aus, auf osmotischem Wege dem Unterhautgewebe zugeführt, vorausgesetzt, daß dieses wasserarm ist und genügend Wasser von den Drüsen- und Epithelzellen aufgesaugt werden kann.

Bezüglich der Frage, ob das durch die Haut aufgenommene Wasser dem Blute zugeführt wird, haben meine Untersuchungen folgendes ergeben:

α) Eine Wasseraufnahme durch die Haut genügt nicht, um wasserarm gewordene Schnecken am Leben zu erhalten, weil den innern Organen kein Wasser zugeführt wird.

β) Schnecken, die mit Wasser beträufelt wurden, das mit Methylenblau gefärbt war, zeigten weder im Blute, noch an den innern Organen blauen oder grünlichen Farbstoff, selbst dann nicht, wenn sie, wie manche große Weinbergschnecken, 4 bis 8 g Wasser durch die Haut aufgenommen hatten. Auch die Niere, die Blutgefäße und der respiratorische Teil des Lungengewebes zeigten keine Spur von Blau- bezw. Grünfärbung.

Allerdings ist das kein einwandfreier Nachweis dafür, daß dem Blute tatsächlich kein Wasser zugeführt wurde, weil der Farbstoff von den Zellwänden des Unterhautgewebes könnte zurückgehalten

worden sein, und weil auch nicht alle Gewebe durch Methylenblau gefärbt werden. Aber auch Ferrozyankalilösung, mit der die Schnecken beträufelt wurden, gelangte nicht ins Blut und nicht zu den inneren Organen.

γ) Von gleichgroßen, erwachsenen *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger*, die bis in die Nähe der Lebensgrenze ausgetrocknet worden waren, hatten jene, die vor der Untersuchung kein Wasser erhielten, höchstens 1 bis 2 g dickflüssiges Blut. Aber auch bei jenen Tieren, die vor der Untersuchung so stark beträufelt wurden, daß sie infolge des durch die Haut aufgenommenen Wassers ihr Gewicht um 50 bis 60% erhöhten, war weder die Blutmenge vermehrt, noch das Blut in den dünnflüssigen Zustand übergegangen. Die Haut und der in ihr enthaltene Schleim aber waren aufgequollen.

Dasselbe zeigte sich auch bei den Beträufelungsversuchen, die ich mit wasserarmen Weinbergschnecken anstellte. Obgleich sie 6 bis 9 g Wasser durch die Haut aufgenommen hatten, ging das Blut nicht in den dünnflüssigen Zustand über.

Hieraus erkennt man klar und deutlich:

Das durch die Haut aufgenommene Wasser wird nicht dem Blute beigemischt, sondern von dem in den Drüsen enthaltenen Schleime und von den Geweben der Körperwand aufgesaugt.

2. Weg des von den Schnecken getrunkenen Wassers.

An den Wirkungen, die das von den Schnecken getrunkene Wasser hervorbringt, erkennt man, daß es dem Blute, den innern Organen sowie der Haut und dem in ihr enthaltenen Schleime sehr rasch zugeführt wird. Es frägt sich jetzt nur noch, welchen Weg es vom Darmtraktus aus eingeschlagen hat, um in kürzester Zeit zu den genannten Organen und Geweben zu gelangen.

Um das zu ermitteln, tränkte ich wasserarme Nackt- und Gehäuseschnecken mit Wasser, das ich durch Methylenblau gefärbt hatte. Doch wurde dieses, besonders dann, wenn es stark blau gefärbt war, von den Schnecken nicht so gierig und auch nicht in so großen Mengen getrunken wie gewöhnliches, ungefärbtes

Wasser. Wahrscheinlich schmeckte es zu herb. Dagegen wurde mit Methylenblau gefärbtes Zuckerwasser gerne getrunken.

Von den Versuchen seien einige angeführt:

a) Erwachsene *Limax cinereus* wurden mit blau gefärbtem Wasser ohne Zuckerzusatz getränkt und zwei Tage nach der Wasseraufnahme durch Chloroform getötet.

Sektionsbefund:

Mundhöhle, Zunge, Oesophagus: blau gefärbt.
Magenwand: blaugrün gefärbt.
Darm: nicht gefärbt.
Speicheldrüsen: blaugrün.
Leber: sehr stark blaugrün.
Magensaft: wie gewöhnlich, gelbbraun, also ungefärbt.
Lungengefäße: nicht gefärbt.
Niere: sehr stark blaugrün.
Herz: nicht gefärbt.
Sexualorgane: nicht gefärbt.
Innere Körperwand: nicht gefärbt.
Fuß: äußeres Epithel und ein Teil der Unterhaut blaugrün gefärbt, da die Schnecke über blau gefärbte Wassertröpfchen kroch.

b) *Albine Limax cinereoniger* wurden mit blaugefärbtem Zuckerwasser getränkt und 26 bis 30 Stunden nach der Wasseraufnahme durch Chloroform getötet.

Die Untersuchung ergab:

Mundhöhle, Zunge, Oesophagus: blau gefärbt.
Magenwand: blaugrün.
Darm: sehr schwach blaugrün.
Speicheldrüsen: schwach blaugrün.
Leber: durch und durch stark blaugrün.
Magensaft: wie gewöhnlich, also ungefärbt.
Respiratorischer Teil der Lungengefäße: bei manchen nicht gefärbt, bei anderen blaugrün.
Niere: durch und durch stark blaugrün.

Herz: nicht gefärbt.
Sexualorgane: Eiweißdrüse bläulichgrün gefärbt, die übrigen Teile ungefärbt.
Körperwand: innen und außen weiß. Nur in den Fuß war blauer Farbstoff eingedrungen, weil die Schnecken über blau gefärbte Wassertröpfchen krochen.

c) Weinbergschnecken, die 9 bis 10 Monate gehungert und gedürstet hatten, wurden mit blau gefärbtem Wasser ohne Zuckerzusatz getränkt und 24 bis 30 Stunden nach der Wasseraufnahme — bei ausgestrecktem Körper — in kochendem Wasser getötet.

Sektionsbefund:

Mundhöhle, Zunge, Oesophagus: blau gefärbt.
Magenwand: blaugrün.
Darm: schwach blaugrün; enthält eine blau gefärbte Masse.
Speicheldrüsen: schwach blaugrün.
Leber: stark blaugrün.
Magensaft: braun, also ungefärbt.
Lungengefäße: Ringgefäß und respiratorischer Teil der Lungengefäße blaugrün gefärbt.
Niere: stark blaugrün gefärbt.
Herz: Vorkammer bei manchen blaugrün, bei andern ungefärbt.
Herzkammer bei sämtlichen Tieren durch und durch blaugrün.
Sexualorgane: bei manchen ungefärbt; bei andern der Spermaovidukt blaugrün gefärbt.
Körperwand: innen und außen ungefärbt. Nur in den Fuß war blauer Farbstoff eingedrungen, da die Schnecken über blau gefärbte Wassertropfen krochen. Gefärbt war das Epithel und ein schmaler Streifen der Unterhaut.

Sehr intensiv gefärbt waren bei sämtlichen Schnecken die Leber und die Niere, und bei den meisten Weinbergschnecken auch das Ringgefäß, die respiratorischen Lungengefäße und die Herzkammer, während die Magenwände, im Vergleich zu Leber und

Niere, nur wenig und die Darmwände nicht oder doch nur sehr schwach gefärbt erschienen.

An der intensiven Färbung der Leber erkennt man, daß sie viel, vielleicht alles Wasser resorbiert hat, während die Färbung des Ringgefäßes und des respiratorischen Teiles der Lungengefäße sowie die starke Färbung der Niere und der Herzkammer ein Beweis dafür sind, daß das von den Schnecken getrunkene Wasser in das Blut aufgenommen wurde und die Kreislauforgane passierte.

Ob sämtliches Wasser seinen Weg durch die Leber nahm, läßt sich nicht bestimmt sagen, doch ist es sehr wahrscheinlich, weil die Magenwand im Vergleich zur Leber nur schwach und der Enddarm gar nicht oder nur sehr wenig gefärbt war, obgleich die Schnecken viel Wasser getrunken, also viel Farbstoff aufgenommen hatten, und Magen- und Darmwand reich sind an Schleimdrüsen, für deren Inhalt Methylenblau ein gutes Färbemittel ist.

Biedermann und Moritz (7. S. 66) sind der festen Überzeugung, daß die Schneckenleber nicht nur zum Teil, sondern wahrscheinlich ganz allein und ausschließlich der Resorption der gelösten Verdauungsprodukte dient, weil Magen- und Darmepithel nur aus Schleim- und Flimmerzellen bestehen, die nicht zur Resorption geeignet sind.

Durch meine Befunde wird diese Annahme bestätigt.

Der Weg des von den Schnecken getrunkenen Wassers wäre demnach folgender:

Es wird von der Leber resorbiert, gelangt dann in die die Leber umgebenden venösen Räume, wird also dem Blute beigemischt und durch die Venen zum Ringgefäß und von da in die respiratorischen Lungengefäße geführt, wo das Blut seine Kohlensäure abgibt und Sauerstoff aufnimmt.

Das arteriell gewordene Blut gelangt durch die Lungenvene in die Herzvorkammer und dann in die Herzkammer, von wo aus es durch die Kopf- und die Eingeweidearterie den inneren Organen und der Körperwand zugeführt und zum größten Teile von den

wasserarmen Geweben und den in den Drüsen enthaltenen Sekreten eingesaugt wird.

Von dem in der Lunge arteriell gewordenen Blute geht ein Teil durch die Niere, scheidet dort neben andern, unbrauchbar gewordenen Stoffen, auch den mit dem Wasser aufgenommenen Farbstoff ab und gelangt dann in die Lungenvene, von wo aus es der Herzvorkammer zugeführt wird.

Dadurch, daß nicht alles Blut vor seinem Eintritt in die Herzvorkammer die Niere passierte, konnten dem Herzen selbst, sowie den Speicheldrüsen und einem Teile der Sexualorgane noch Farbstoffe zugeführt werden.

Daß die Nierenzellen der Schnecken befähigt sind, Farbstoffe abzuscheiden, die in die Leibeshöhle der Tiere injiziert werden, hat schon Kowalevsky (54. S. 68 u. 70) nachgewiesen. Indigokarmin, das er verschiedenen Heliciden durch die Haut einspritzte, wurde nach 1 bis 2 Tagen neben Harnkonkrementen in den Nierenzellen abgelagert; dagegen hatten Fütterungsversuche (l. c. S. 66) kein bestimmtes Resultat ergeben.

Wahrscheinlich war das gefärbte Futter zu wasserarm, oder die Tiere fraßen nicht genügend, da sich andernfalls ähnliche Resultate ergeben haben müßten wie bei meinen Schnecken, die mit blau gefärbtem Wasser getränkt wurden.

Die Versuche, die zur Ermittlung des Weges des von den Schnecken aufgenommenen Wassers angestellt wurden, haben ergeben:

a) Unsere Landpulmonaten haben keine *Pori aquiferi;* mithin kann den Interzellularräumen und durch diese dem Blute direkt kein Wasser zugeführt werden.

b) Temperiertes, auf die Haut aufgeträufeltes Wasser löst den Muskeltonus und erweitert die Schleimdrüsenöffnungen.

c) Das Wasser, welches von wasserarmen Schnecken durch die Haut aufgenommen wird, dringt durch die Schleimdrüsenöffnungen in die Drüsenzellen, aber auch auf osmotischem Wege in die Epithelzellen ein und wird von da aus, also von den Epithel- und Drüsenzellen aus, auf osmotischem Wege dem wasserarmen

Unterhautgewebe zugeführt und von diesem aufgesaugt, aber nicht dem Blute beigemischt.

d) Das von den Schnecken getrunkene Wasser wird von der Leber resorbiert, dem Blute beigemischt und durch die Kreislauforgane den Geweben zugeführt, die, wenn sie wasserarm sind, relativ große Mengen einsaugen und aufquellen.

e) Methylenblau, das mit dem getrunkenen Wasser ins Blut gelangt, wird durch die Niere ausgeschieden.

VII. Kapitel.

Ausdauer der Schnecken bei Trockenheit.

Die Widerstandsfähigkeit der Landpulmonaten gegen Trockenheit ist nicht nur von der Wassermenge abhängig, welche die Schnecken in ihrem Körper aufgespeichert haben, sondern auch von dem Tempo, in dem die Wasserverdunstung, also die Austrocknung erfolgt.

Unter sonst gleichen Bedingungen können diejenigen Schnecken der Trockenheit am längsten widerstehen, die bei einem langsamen Austrocknungstempo einen relativ hohen Austrocknungsgrad ertragen. Es sind das die Gehäuseschnecken, die in ihrem Hause und den Schutzhäuten, mit denen sie bei eintretender Trockenheit die Gehäusemündung verschließen, vortreffliche Schutzmittel gegen Wasserverdunstung besitzen und deshalb der Trockenheit bedeutend länger widerstehen können als die Nacktschnecken, die ein Schutzmittel gegen Wasserverdunstung nicht besitzen.

Nur *Succinea*, die eine sehr weite Gehäusemündung hat und sich nicht vollständig in ihr Haus zurückzuziehen vermag, macht eine Ausnahme. Sie ist zwar ausdauernder gegen Trockenheit als die Individuen kleinerer Nacktschneckenarten, widersteht ihr aber weniger lang als erwachsene Nacktschnecken größerer Arten.

Würde eine länger anhaltende Trockenheit eintreten, so könnten dieser — wie die Austrocknungsversuche zeigen — erwachsene und halb erwachsene *Helix pomatia*, *Helix nemoralis*, *Helix hortensis* und *Helix lapicida* 10 bis 11 Monate lang widerstehen, ohne Schaden zu nehmen, vorausgesetzt, daß ihnen dann eine Gelegenheit zu reichlicher Wasser- und Nahrungsaufnahme geboten wäre. — Unter denselben Bedingungen würde *Helix arbustorum* nur 3—4 Monate und *Succinea* nur 5 bis 10 Tage auszuhalten vermögen. Doch können sie ihre Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit erhöhen, wenn sie sich — was sie tat-

sächlich auch tun — in die Erde verkriechen und dadurch die Wasserverdunstung reduzieren.

Bei den Austrocknungs- und Tränkversuchen hat sich gezeigt, daß *Succinea* mehr Wasser trinkt als die übrigen Gehäuseschnecken, und daß auch *Helix arbustorum* ein größeres Wasserbedürfnis hat als *Helix pomatia* und *Helix nemoralis* usw. Ferner hat sich ergeben, daß Gehäuseschnecken, die ein größeres Wasserbedürfnis haben als andere, rascher austrocknen als letztere, daß sie also der Trockenheit weniger lang widerstehen können als solche mit einem geringeren Wasserbedürfnis. Begründet ist diese Erscheinung darin, daß die hygrophilen Schnecken eine zartere Körperhaut haben als die xerophilen und auch sonst nicht so gut gegen Wasserverdunstung geschützt sind als letztere.

Durch das Wasserbedürfnis und die Ausdauer der Schnecken bei Trockenheit wird auch ihr Aufenthaltsort bedingt. Schnecken, die der Trockenheit länger widerstehen, können auch an trockeneren Orten leben.

So lebt die wenig widerstandsfähige *Succinea* an Teichen, Flüssen und Gräben, also an Orten, an denen ihr jederzeit Wasser zur Verfügung steht. *Helix arbustorum* hält sich mit Vorliebe an Grabenrändern, in den die Bäche umsäumenden Gebüschen und in feuchten Laubwäldern auf, also an Orten, an denen es ihr nie an Wasser mangelt, während *Helix pomatia*, *Helix nemoralis* und *Helix lapicida* weder an feuchte Orte gebunden sind, noch — wie meine Zuchtversuche ergaben — an ihnen gedeihen würden. Geht ein Regen nieder, so verlassen sie ihre Schlupfwinkel, trinken Wasser und gehen ihrer Nahrung nach, ziehen sich aber, wenn Trockenheit eintritt, und auch der Erdboden trocken geworden ist, wieder in ihr Versteck zurück und kommen erst beim nächsten Regen wieder hervor. Sie leben also sprungweise.

Im Vergleich zu den Gehäuseschnecken ist die Ausdauer der Nacktschnecken bei Trockenheit außerordentlich gering. Selbst erwachsene *Limax cinereoniger*, bei denen, wie bei *Arion empiricorum*, die Austrocknung langsamer vor sich geht als bei den Individuen der übrigen Nacktschneckenarten, konnten, wenn sie in Blechschachteln mit siebartig durch-

löchertem Deckel gehalten wurden, der Trockenheit nur 14 bis 33 Tage widerstehen. Bei Temperaturen von 19 bis 20° C waren sie nach 14 bis 17 Tagen, bei solchen von 12 bis 13° C aber erst nach 29 bis 33 Tagen an der Grenze der Lebensfähigkeit angelangt.

Die Versuche haben ergeben: In der kühleren Jahreszeit sind die Nacktschnecken ausdauernder gegen Trockenheit als in der wärmeren, weil bei niederer Lufttemperatur die Wasserverdunstung langsamer vor sich geht als bei höherer Temperatur.

Bei einer mittleren Lufttemperatur von 18 bis 20° C konnten nachstehend verzeichnete Nacktschnecken der Trockenheit widerstehen:

1. *Limax cinereoniger*

von	17 g	= 18	Tage
„	10 g	= 16	„
„	6,35 g	= 8	„

2. *Arion empiricorum*

von	6,72 g	= 14	Tage
„	5,20 g	= 11	„
„	3,37 g	= 8	„
„	2,98 g	= 6	„

3. *Limax agrestis*

von	0,64 g	= 3½	Tage
„	0,36 g	= 3	„

4. *Limax arborum*

von	1,29 g	= 2½	bis	3	Tage
„	0,515 g	= 1½	„	3	„
„	0,490 g	= 1¼	„	3	„

Aus diesen Beispielen erkennt man: Unter gleichen Bedingungen gehalten, sind größere Nacktschnecken widerstandsfähiger gegen Trockenheit als ihre kleineren Artgenossen.

Kleinere Schnecken können der Trockenheit weniger lang widerstehen als größere, gleichaltrige Tiere ihrer Art, weil sie im

Verhältnis zu ihrem Körpergewichte eine relativ größere Oberfläche haben als diese und deshalb rascher austrocknen. Sind die kleineren Schnecken aber auch noch merklich jünger als die größeren, so haben sie auch eine viel zartere Haut als jene und trocknen schon deshalb rascher aus als ihre größeren Artgenossen.

Die Austrocknungs- und Tränkversuche haben weiter ergeben:

Die *Arionen* und *Limax cinereoniger* trinken weniger Wasser und ertragen deshalb auch einen geringeren Austrocknungsgrad als die *Limaces*, sind aber trotzdem widerstandsfähiger gegen Trockenheit als gleichgroße *Limaciden*.

Begründet ist diese Erscheinung darin, daß die weniger hygrophilen Nacktschnecken eine dickere Körperwand und eine derbere Haut haben als die mehr hygrophilen und deshalb unter denselben Bedingungen langsamer austrocknen als diese.

Eine Ausnahme macht *Amalia marginata*. Sie hat dasselbe Wasserbedürfnis und erträgt auch denselben Austrocknungsgrad wie *Arion empiricorum*, widersteht aber unter denselben Bedingungen der Trockenheit nur halb so lang als dieser, da sie einen dünneren Hautmuskelschlauch hat und deshalb rascher austrocknet als *Arion empiricorum*. Aus diesem Grunde leben die *Amalien* auch viel verborgener als die *Arionen* und *Limaces*. Bei meinen Zuchtversuchen hatte ich die beste Gelegenheit, dies zu beobachten. Während die *Arionen* und *Limaces* auf der feuchten Erde lagen, hielten sich die *Amalien* in derselben oder unter Steinen und Brettchen auf und krochen erst nachts oder nach einem kräftigen künstlichen Regen hervor, um Nahrung aufzunehmen.

Nach dem, was über die Widerstandsfähigkeit der Nacktschnecken gegen Trockenheit ausgeführt wurde, sollte man annehmen, daß in heißen Sommern, in denen es oft 8 und mehr Wochen lang nicht regnet, sämtliche Nacktschnecken zugrunde gehen müßten.

Infolge längerer Trockenheit gehen wohl manche von ihnen ein, aber sie sterben nicht aus, weil sie, solange sich nachts noch Tau bildet, allabendlich aus ihrem Versteck hervorkommen und sich mit Wasser sättigen. Unterbleibt die Taubildung, so ver-

kriechen sie sich tief in die Erde und sind dann durch diese selbst und die Bodenfeuchtigkeit gegen allzustarke und zu rasche Austrocknung geschützt. Dazu kommt, daß sie sich, sobald sie ihr Versteck erreicht haben, mit einer gegen Wasserverdunstung schützenden Schleimhülle umgeben. Hier verweilen die Schnecken, bis ein Regen niedergeht und sie von dem in den Boden eindringenden Wasser aus ihrer Lethargie geweckt und zu neuer Tätigkeit angeregt werden.

Daß nicht nur erwachsene, sondern auch junge Nacktschnecken aller Arten selbst in der heißen Jahreszeit der Trockenheit 2 bis 3 Monate widerstehen, wenn sie sich in die Erde verkriechen können, habe ich nicht nur experimentell nachgewiesen, sondern auch im Freien beobachtet:

Bei großer Schwüle regnete es am 31. Mai 1904 sehr stark und am 1. Juni schwach, aber den ganzen Tag über. Bei einer Exkursion, die ich am Nachmittage des 1. Juni unternahm, träf ich in einem an Schnecken reichen, lichten, aber nicht feuchten Laubwalde bei Ettlingen in Baden massenhaft:

a) *Arion empiricorum* von 0,20 bis 17 g,
b) *Arion subfuscus* von 0,026 bis 0,925 g, also neben ganz jungen auch geschlechtsreife Tiere,
c) *Limax cinereoniger* von 0,30 bis 24 g,
d) *Limax arborum* in allen Größen.

Nun trat bei großer Hitze eine Trockenperiode ein, die vom 2. Juni bis 8. August, also 2 Monate andauerte. Am Morgen des 8. August 1904 stellte sich Regen ein, und es regnete den ganzen Tag über ununterbrochen. Bei einer Exkursion, die ich nachmittags 6 Uhr unternahm, traf ich:

a) *Arion empiricorum* in allen Größen. Von den erwachsenen Individuen lagen sehr viele in Kopula. Auf einer Strecke von 200 m zählte ich neben dem Waldwege 18 kopulierende Paare.
b) *Limax cinereoniger* von 3 bis 24 g,
c) *Arion subfuscus* von 0,3 bis 0,930 g,
d) Mittelgroße und erwachsene *Limax arborum*.

Am nächsten Morgen waren auch die kleinen Individuen von *Limax cinereoniger* und *Limax arborum* an die Oberfläche gekommen, um an den Baumstämmen in die Höhe zu steigen.

Diese und ähnliche Beobachtungen, die ich in den Jahren 1898 bis 1910 machte, bestätigen, daß die im Freien lebenden Nacktschnecken längere Trockenperioden überdauern können, wenn ihnen Gelegenheit geboten ist, sich bei eintretender Trockenheit genügend tief in die Erde einzubohren.

VIII. Kapitel.

Verhalten der Schnecken bei Regen und ihre Ausdauer bei Überschwemmungen.

1. Verhalten der Schnecken bei Regen.

Wenn im Frühling die ersten Regengüsse niedergehen, kommen zunächst die Nacktschnecken aus ihren Schlupfwinkeln hervor, um Wasser und Futter aufzunehmen; aber auch die Gehäuseschnekken, die den Winter im schützenden Schoße der Erde schlafend verbrachten, werfen ihre Winterdeckel ab und treten an die Oberfläche, um sich mit Wasser und Futter zu sättigen.

Geschlechtsreife *Helix nemoralis* und *Helix hortensis* schreiten, wenn sie genügend Wasser getrunken haben, oft noch an demselben Tage, an dem sie aus dem Winterschlaf erwachen, zur Kopula.

Das Sperma, das dabei übertragen wird, hatte sich zum Teil schon vor dem Bezuge der Winterquartiere im Zwittergange der Schnecken angesammelt, und ebenso waren die Drüsensekrete, die zur Spermatophorenbildung nötig sind, schon vor dem Erwachen der Tiere aus der Winterruhe vorhanden. Sie waren nur wasserarm und mußten erst durch das von den Schnecken getrunkene und dem Blute zugeführte Wasser in den normalen Zustand zurückgeführt werden, wie die Schnecken selbst erst infolge Wassertrinkens die zur Ausstülpung der Kopulationsorgane nötige Blutmenge erhielten.

Helix pomatia erwacht etwas später aus der Winterruhe als *Helix nemoralis* und schreitet auch nicht unmittelbar darauf zur Kopula. Weinbergschnecken, die ich während des Winters in einem ungeheizten Zimmer hielt, hatten zum Teil ihre Epiphragmen im Juni und Juli noch nicht abgeworfen. Das gab mir zu folgendem Versuche Veranlassung:

Im Spätherbste wurde eine Partie gedeckelter Weinbergschnecken im freien Gartengelände, eine zweite Partie aber

unter dem ziemlich starken Dachvorsprung eines Gartenhauses, wo sie vom Regen nicht erreicht werden konnten, in die Erde eingegraben. Im nächsten Frühling hatten sämtliche im freien Gelände liegenden Schnecken im Laufe des April ihr Versteck verlassen, während von den unter dem Dachvorsprung liegenden viele am 30. Juni ihr Epiphragma noch nicht abgeworfen hatten. Doch taten sie das, nachdem ich sie nach stattgehabter Revision in die Erde zurückgebracht und darüber einen kräftigen künstlichen Regen erzeugt hatte. Die Schnecken waren zu wasserarm und wurden deshalb erst nach Durchtränkung der Erde mit Wasser zu neuer Lebenstätigkeit angeregt. Daraus erkennt man:

Verbringen die Weinbergschnecken ihre Winterruhe an einem Orte, an dem sie vom Regen nicht erreicht werden können, so erwachen sie, wenn sie ziemlich wasserarm sind, nicht mit ihren Artgenossen, sondern erst viel später oder gar nicht aus dem Winterschlafe, weil die sie umgebende Luft nicht feucht genug ist, um die Tiere aus ihrer Lethargie zu wecken.

Meine in der freien Natur angestellten Beobachtungen haben ferner ergeben:

Regnete es in der wärmeren Jahreszeit nach einer Trockenperiode, die drei und mehr Wochen angedauert hatte, nur kurze Zeit und nicht stark, so waren nach dem Regen nur wenig Schnecken anzutreffen, weil jene, die sich tiefer in die Erde verkrochen hatten, vom Regenwasser nicht erreicht wurden. Regnete es aber einige Stunden kräftig, so kamen Nackt- und Gehäuseschnecken aller Arten massenhaft zum Vorschein und schritten, wenn sie Wasser und Futter aufgenommen hatten, zur Kopula oder Eiablage.

Regnete es an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen stark, so waren am ersten und zweiten Tage viele Schnecken anzutreffen; an den folgenden Tagen aber waren sie bis auf einige wenige wieder verschwunden. Sie waren mit Wasser gesättigt und suchten sich in ihrem Versteck der übermäßigen Feuchtigkeit zu entziehen.

Genau so verhielten sich meine Zuchttiere. Spendete ich ihnen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen einen kräftigen

künstlichen Regen, so suchten sie schließlich Plätze auf, an denen sie mit dem Wasser nicht mehr in Berührung kamen. Übermäßiger Feuchtigkeit suchen sich die Schnecken dadurch zu entziehen, daß sie Verstecke aufsuchen, in denen sie vom Regen nicht erreicht werden können.

Im Herbst verkriechen sich die Nacktschnecken unter Moos, unter Steine und Bretter oder in die Erde und verfallen in einen lethargischen Zustand. Einen Winterschlaf, wie die Gehäuseschnecken, halten sie aber nicht; denn bei jedem Regen, der im Herbst und Winter niedergeht, kommen sie, wenn es nicht gar zu kühl ist, massenhaft aus ihrem Versteck und nehmen Futter und Wasser auf; manche Arten legen sogar mitten im Winter Eier ab.

Ich beobachtete die Eiablage nicht nur bei meinen Zuchttieren, sondern auch bei den im Freien lebenden *Limax agrestis* und *Arion hortensis*.

Die Lebenstätigkeit der Nacktschnecken ist vollständig von den Witterungsverhältnissen abhängig und nicht so sehr an eine bestimmte Jahreszeit gebunden wie die der meisten Gehäuseschnecken, die trotz stärksten Regens und ungeachtet der dabei herrschenden milden Witterung im Winter nicht auskriechen und noch viel weniger ihr Versteck verlassen, während die Nacktschnecken auch im Winter ihrer Nahrung nachzugehen pflegen. Von den vielen Beobachtungen seien einige angeführt:

a) Vom 21. bis 28. Dezember 1898 zeigte das Thermometer — 1,1 bis —8,0° C. Am 29. Dezember trat ein Witterungsumschlag ein; das Thermometer zeigte mittags 2 Uhr +6,3° C. und die relative Luftfeuchtigkeit betrug 72%. Andern Tags, morgens 9 Uhr, zeigte das Thermometer +6,4°, und am Nachmittag betrug die relative Luftfeuchtigkeit 100%. Es wehte Südwind und regnete kräftig.

Bei der nun unternommenen Exkursion fand ich an Baumstämmen aufsteigend: *Limax arborum*, junge *Arion empiricorum* und *Arion subfuscus*, während zwischen den Kräutern der Gärten in der Nähe des Städtchens Gengenbach im badischen Schwarz-

walde *Limax agrestis*, *Limax cinereus*, *Arion hortensis* und *Arion bourguignati* umherkrochen.

b) Mitte Dezember 1899 war es ziemlich kalt. An manchen Tagen hatten wir —12° C. Ende Dezember stieg die Temperatur auf +13° C. Es wehte Südwestwind, der Regen brachte. Am 1. Januar 1900 hatte der Regen aufgehört. Die Temperatur schwankte zwischen +5,2 und +10° C und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 89 und 100%. Am 2. und 3. Januar 1900 regnete es bei einer Temperatur von +7,8 bis +12,8° C wieder sehr kräftig.

Noch während des Regens unternahm ich am 3. Januar eine Exkursion, bei der ich folgende Schneckenarten antraf: *Limax agrestis*, *Limax cinereus*, *Limax cinereoniger*, *Limax variegatus* (in den Senkgruben außerhalb der Häuser), *Arion hortensis*, *Arion bourguignati*, *Arion subfuscus* und junge *Arion empiricorum*. Von *Limax agrestis* und *Arion hortensis* traf ich mehrere bei der Eiablage.

c) Vom 12. bis 15. Januar 1900 war die Temperatur wieder unter 0° C gesunken; im Minimum betrug sie —1,3°, —2,2°, —6,4° und —9,5° C. Nun trat abermals ein Witterungsumschlag ein, und am 17. Januar regnete es stark. Es wehte West- und Südwestwind, und das Temperaturmaximum betrug +9° C.

Bei einer während des Regens ausgeführten Exkursion fand ich dieselben Schneckenarten wie am 3. Januar 1900.

d) Obgleich die Temperatur an einigen Tagen —5 und —7° C betrug, war die Witterung im Februar 1900 eine milde. Am 16. Februar regnete es, und am 17. fand ich wieder sehr viele Nacktschnecken und zwar:

α) in den Wäldern rechts und links vom Kinzigtale: *Limax arborum*, *Limax cinereoniger* und junge *Arion empiricorum;*

β) in den Gärten: *Limax agrestis*, *Limax cinereus*, *Arion hortensis* und *Arion bourguignati;*

γ) in Senkgruben außerhalb der Wohnhäuser: *Limax variegatus* und *Limax cinereus.*

Ähnliche Ergebnisse hatten die Exkursionen, die ich am 6. und 27. Februar 1900 ausführte. An diesen Tagen regnete es nur wenig; die Temperatur aber betrug am Nachmittage +14,8 bezw. 14,4° C.

In den Jahren 1901 bis 1910 habe ich auch in der Umgebung von Karlsruhe, ganz besonders im Gebirge bei Ettlingen beobachtet, daß die Nacktschnecken während des Winters ihr Versteck verlassen, um Wasser und Futter aufzunehmen.

Auffallen wird es, daß ich bei meinen im Winter unternommenen Exkursionen stets nur junge, niemals aber erwachsene *Arion empiricorum* antraf. Meine Zuchtversuche brachten Aufklärung: *Arion empiricorum* wird nur ein Jahr alt und stirbt nach vollendetem Legegeschäft im Herbste ab.

2. Ausdauer der Schnecken bei Überschwemmungen.

Um zu ermitteln, wie lange es die Schnecken unter Wasser aushalten, ohne zugrunde zu gehen, stellte ich eine Reihe von Versuchen an.

Ich setzte je 10 bis 20 Schnecken in ein Glasgefäß, füllte es bis zum Rande mit Wasser, band ein Stück Gaze darüber, stellte es in einen größeren Behälter und füllte diesen so weit mit Wasser, daß es 5—10 cm über dem Glase stand. Waren Luftblasen unter der Gazedecke zurückgeblieben, so wurden diese, sobald die Gläser in den größeren Behältern untergebracht und diese mit Wasser gefüllt waren, entfernt. Gläser und Behälter enthielten Wasser von demselben Temperaturgrad.

Setzte ich Nacktschnecken in Wasser von 16—20° C, so machten sie sofort Fluchtversuche; benützte ich aber Wasser von 1—3° C, so streckten sie sich wohl aus, waren aber zur Fortbewegung unfähig. Nach ½ bis 1½ Stunden wurden auch die in temperiertem Wasser gehaltenen Schnecken zur Fortbewegung unfähig; sie kollabierten. Bis dahin aber machten sie bei geschlossenem Pneumostom energische Fluchtversuche. Wir erkennen schon hieraus:

Wird der Aufenthaltsort der Nacktschnecken während der wärmeren Jahreszeit unter Wasser gesetzt, so können sie sich diesem durch Emporsteigen an Bäumen, Mauern, Felsen usw. entziehen; kommen sie aber infolge Schneeschmelze in kaltes Wasser zu liegen, so sind sie zur Fortbewegung unfähig.

Konnten sich die Schnecken dem Wasser nicht entziehen, so hielten sie es nach eingetretenem Kollaps, je nach der Temperatur des Wassers, noch mehr oder weniger lang unter diesem aus, ohne Schaden zu nehmen. Ja, sie erholten sich wieder ganz vorzüglich, wenn sie nach einer gewissen Zeit dem Wasser entnommen, auf feuchtes Moos gelegt und vor Vertrocknung geschützt wurden.

Waren die Nacktschnecken, wenn sie dem Wasser entnommen wurden, so schlaff, daß sie nach allen Seiten zusammenknickten, so war das ein Zeichen dafür, daß sie sich wieder erholen konnten; waren sie aber fest und starr, so war ein Wiederaufleben ausgeschlossen, da der Tod bereits eingetreten war. Doch galt das nur für die *Limaces* und *Amalien*. Die *Arionen*, die einen anderen Grad von Muskeltonus besitzen wie die *Limaces*, werden, in Wasser gehalten, niemals so schlaff, daß sie zusammenknicken.

Das erste Lebenszeichen, das asphyktische Schnecken von sich gaben, waren schwache, nur mit der Lupe wahrzunehmende wellenförmige Bewegungen der Hautrunzeln, die allmählich kräftiger wurden und dann auch mit bloßem Auge zu sehen waren.

Der schlaffe Zustand schwand nach einiger Zeit; die Schnekken öffneten das Pneumostom, stülpten dann auch die Ommatophoren teilweise aus, und an der Sohle zeigten sich schwache Wellenbewegungen.

Die Herzkontraktionen, die, nachdem die Schnecken aus dem Wasser genommen, entweder ganz aufgehört hatten, oder nur sehr schwach waren und in größeren Zwischenräumen stattfanden, wurden kräftiger und regelmäßiger, was man bei *Helix arbustorum* durch das dünne, durchscheinende Gehäuse deutlich sehen und bei *Amalia marginata* am Heben und Senken des über dem Herzen gelegenen, eingesunkenen Teiles des Mantels gut wahrnehmen konnte.

Je nachdem die Schnecken dem Wasser früher oder später entnommen wurden, währte es oft 2 bis 8 Stunden, bis sie sich soweit erholt hatten, daß sie bewegungsfähig wurden, während andere nach ihrer Entnahme aus dem Wasser sofort auflebten und davonkrochen.

Gehäuseschnecken, denen Wasser in die Atemhöhle eingedrungen war, konnten dies durch kräftige Atembewegungen wieder entfernen, wenn sie nach ihrer Befreiung aus dem Wasser

noch imstande waren, ihren Fuß auf der Unterlage auszubreiten. Tiere, die hierzu unfähig waren, konnten dadurch am Leben erhalten werden, daß das in den Atemraum eingedrungene Wasser — es waren oft 3 bis 5 ccm — mit einer Pipette herausgeholt wurde. In der freien Natur wären diese Tiere zugrunde gegangen; deshalb habe ich sie auch in den weiteren Ausführungen unberücksichtigt gelassen.

Bei gedeckelten Weinbergschnecken, die in Wasser von 5 bis 8⁰ C lagen, vergingen 2 bis 6 Tage, bis Wasser in das Gehäuse eindrang. Seinen Weg nahm es durch jene Stelle des Epiphragmas, an welcher die mit der Kalkschichte verbundene Membran eine Öffnung hat. Es drang also durch jene Stelle ein, die auch dem Gasaustausch dient, und die ich deshalb Atemfleck nenne.

Hat die Schnecke hinter dem Epiphragma in gewissen Abständen 2 oder 3 Schutzhäute gebildet, so befinden sich im Schneckenhause auch 2 oder 3 Luftkammern. Die vorderste wird vom Epiphragma und der ersten Schutzhaut, die zweite von der ersten und zweiten Schutzhaut begrenzt usw.

Drang Wasser durch den Atemfleck des Epiphragmas in das Schneckenhaus ein, so sammelte es sich in der ersten (vordersten) Luftkammer an, drang aber allmählich durch den Atemfleck der Schutzhaut auch in die zweite Luftkammer ein usf. Schon aus diesem Grunde währte es mehrere Tage, bis das Wasser mit dem Schneckenkörper in Berührung kam.

War Wasser in die Luftkammern eingedrungen, so saugten die Schutzhäute etwas davon ein, quollen auf, blieben aber fest und lösten sich schließlich am Rande von der Schale los. Auch die mit der Kalkschichte des Epiphragmas verbundene Membran quoll auf und wurde vom Gehäuse losgelöst, nicht aber von der ihr aufgelagerten Kalkschicht.

Nun konnte das Wasser ungehindert am Rande des Epiphragmas in das Gehäuse eindringen. War es zum Schneckenkörper gelangt, so erwachte das Tier aus seiner Lethargie und kroch aus, wobei es das vom Gehäuse losgelöste Epiphragma und die ebenfalls losgelösten Schutzhäute nach außen schob.

Die Ausdauer der Schnecken unter Wasser differierte nicht nur bei Individuen verschiedener Arten, sondern auch bei solchen der-

selben Art ganz bedeutend, je nachdem sie in Wasser von höherer oder niederer Temperatur gehalten wurden. So waren beispielsweise alle Schnecken in Wasser von 16—18° C weniger ausdauernd als in solchem von 2—3° C. Zurückzuführen ist das darauf, daß die Tiere in temperiertem Wasser energische Fluchtversuche machten, deshalb ein größeres Atembedürfnis hatten und den in ihrer Atemhöhle enthaltenen Sauerstoff früher verbrauchten als in kaltem Wasser, in dem sie sofort oder doch nach ganz kurzer Zeit kollabierten.

Ohne Schaden zu nehmen, hielten es die Schnecken unter Wasser aus:

Erstens: Bei einer Wassertemperatur von 18—20° C:

a)	*Limax arborum* . .	=	5— 5½	Stunden	Nacktschnecken
b)	„ *cinereoniger* .	=	5	„	
c)	„ *variegatus* .	=	6— 6½	„	
d)	„ *cinereus* . .	=	6— 6½	„	
e)	„ *agrestis* . .	=	6— 7	„	
f)	Alle *Arionen* . .	=	12—13	„	
g)	*Helix arbustorum* .	=	10—11	„	Gehäuseschnecken
h)	„ *nemoralis* .	=	12—18½	„	
i)	„ *pomatia* . .	=	12—18½	„	

Zweitens: Bei einer Wassertemperatur von 12—14° C:

a)	*Limax cinereoniger* .	=	11—12	Stunden
b)	„ *agrestis* . .	=	15—18	„
c)	Alle *Arionen* . .	=	16—20	„

Drittens: Bei einer Wassertemperatur von 8° C:

Alle *Arionen* . . . = 32 Stunden.

Viertens: Bei einer Wassertemperatur von 5—8° C:

Gedeckelte Weinbergschnecken = 200—213 Stunden oder 8⅓—9 Tage.

Fünftens: Bei einer Wassertemperatur von 2—3° C:

a) *Limax agrestis* = 65 Stunden
b) Alle *Arionen* = 65 „

Sechstens: Bei einer Wassertemperatur von 1° C:

a) *Amalia marginata* = 98 Stunden = 4 Tage
b) Alle *Arionen* = 98 „ = 4 „
und mehr.

Von sämtlichen Nacktschnecken hielten es, ohne Schaden zu nehmen, die trägen und langsamen *Arionen* am längsten unter Wasser aus.

Wie sehr die Ausdauer der Schnecken unter Wasser von dessen Temperatur abhängt, zeigen nachstehende Vergleiche:

Limax agrestis hielt es unter Wasser von 12—14° C **2 bis** $2^1/_2$ mal und unter solchem von 2—3° C **9 bis 10** mal so lange aus als unter Wasser von 18—20° C.

Die *Arionen* waren in Wasser von 8° C $2^1/_2$mal, in solchem von 2—3° C 5mal und in solchem von 1° C 7 bis 8mal ausdauernder als in Wasser von 18—20° C.

Je niederer also die Temperatur des Wassers ist, in dem die Landpulmonaten sich unfreiwillig aufhalten müssen, desto länger halten sie es in demselben aus, ohne Schaden zu nehmen.

Leider war ich nicht in der Lage, die Versuche für alle in meine Arbeit einbezogenen Schneckenarten so durchzuführen wie für *Arion empiricorum*, weil mich meine ausgedehnten Zuchtversuche zu sehr in Anspruch nahmen. Und hätte ich nicht in meiner Frau eine so ausgezeichnete und mit scharfer Beobachtungsgabe ausgestattete, unermüdliche Mitarbeiterin besessen, so hätte ich die mir gestellte Aufgabe überhaupt nicht durchführen können.

TABELLE a.

Zur Ausdauer der Nacktschnecken bei Überschwemmungen.

Ordnungszahl	Name der Schnecken	In Wasser mit Grad Celsius:	In Wasser wie lange?	Befund nach der Befreiung der Schnecken aus dem Wasser
I	*Limax arborum*	18—20	3 Stunden	Alle erholen sich.
		,,	5 ,,	Alle erholen sich.
		,,	$6\frac{1}{2}$,,	Alle tot.
II	*Limax variegatus* . . .	18—20	4 ,,	Alle erholen sich.
		,,	6 ,,	Alle erholen sich.
		,,	7, 8, 9 Stund.	Alle tot.
III	*Limax cinereoniger* . .	18—20	4^{45} u. 5 Std.	Alle erholen sich.
		,,	$5\frac{1}{2}$ Stunden	Alle tot.
		12—14	11 u. 12 Std.	Von 100 Tieren erholen sich 92.
		,,	13 Stunden	33% erholen sich.
IV	*Limax cinereus*	18—20	3, 4, 5, 6 Std.	Alle erholen sich.
		,,	8 Stunden	Alle tot.
		12—14	15 u. 19 Std.	Alle erholen sich.
V	*Limax agrestis*	18—20	5^{20} Stunden	Alle leben auf und erholen sich.
			6 ,,	Alle leben auf und erholen sich.
			6^{30} ,,	43% leben auf und erholen sich.
			7^{30} ,,	38% erholen sich.
			8 ,,	20% erholen sich.
			9 ,,	Alle tot.
		2—3	65 ,,	Alle erholen sich.
		18—20	10, 11, 12 Std.	Alle leben sofort auf u. erhol. sich.
			$12\frac{1}{2}$ Stunden	Alle erholen sich.
			$13\frac{1}{2}$,,	Erholen sich nicht.
	Ar. empiricorum	12—14	16—19 Std.	Alle erholen sich.
			22 Stunden	Viele sind tot.
VI	*Ar. simrothi*	8	32 ,,	Alle erholen sich.
		2—3	65 ,,	,, ,, ,,
	Ar. bourguignati	1	98 ,,	Alle erholen sich u. nehmen 4 Stunden nach ihrer Befreiung aus dem Wasser Nahrung auf.

TABELLE b.
Zur Ausdauer der Gehäuseschnecken bei Überschwemmungen.

Ordnungszahl	Name der Schnecken	In Wasser von Grad Celsius:	In Wasser Wie lange?	Bemerkungen
I	*Helix arbustorum* . . .	18—20	5 bis 7 Stunden	Alle leben auf u. erholen sich.
			8 „	Alle, die kein Wasser in der Atemhöhle haben, leb. sofort auf.
			9 „	Wie vorstehend.
			11 „	20% leben auf; die anderen tot, weil Wasser in die Atemhöhle eing.
II	*Helix nemoralis*	18—20	12 „	All. leb. a. u. erh. s.
			18½ „	Alle, die kein Wass. i. d. Atemhöhle haben, erhol. sich.
III	*Helix pomatia*	18—20	12 „	Alle tot. Wasser in Atemhöhle.
			18 u. 18½ Std.	Alle erholen sich. Kein Wasser in Atemhöhle.
IV	Gedeckelte *Helix pomatia*	5—8	200 Stunden	Erholen sich alle.
			213 „	Alle erholen sich.
			229 „	Alle Tiere tot. Sie waren ausgekrochen.

Anmerkung: Die Versuche unter Ordnungszahl I, II und III wurden im Sommer ausgeführt, die unter Ordnungszahl IV im November 1907.

Immerhin erkennt man an den Versuchsergebnissen:

Tritt im Hochsommer eine Überschwemmung ein, und währt diese länger als einen halben Tag, so gehen sämtliche Nacktschnecken, die sich dem Wasser nicht entziehen können, zugrunde, während von den Gehäuseschnecken nur *Helix arbustorum* eingeht, von *Helix nemoralis* und *Helix pomatia* aber die meisten erhalten bleiben, wenn das Wasser nach spätestens 18 Stunden wieder abgeflossen ist.

Wird ein Stück Land im Winter oder Frühling infolge Schneeschmelze unter Wasser gesetzt, und beträgt die Wassertemperatur 2—3° C, so nehmen die *Arionen* und *Limax agrestis* keinen Schaden, wenn sich das Wasser in 2—2½ Tagen wieder verzieht. Hat aber das Wasser eine Temperatur von 1° C, so gehen die *Arionen*, *Amalia marginata* und wohl auch *Limax agrestis* nicht zugrunde, wenn die Überschwemmung nicht länger als 4 Tage andauert.

Gedeckelte Weinbergschnecken, die infolge Schneeschmelze unter Wasser zu liegen kommen, nehmen, wenn die Wassertemperatur 5—8° C beträgt, und die Überschwemmung nicht länger als 8 bis 9 Tage andauert, keinen Schaden. Allerdings müssen jene Tiere, in deren Gehäuse Wasser eindrang — was nach 2 bis 6 Tagen geschieht —, dieses durch Auskriechen nach der Überschwemmung entfernen, da sie andernfalls infolge Erstickens zugrunde gehen. Herrscht nun aber nach der Überschwemmung nicht eine Temperatur von 5—8° C, sondern eine solche von 1—2°, so sind die Schnecken zum Auskriechen unfähig, und sie ersticken, weil das in ihr Gehäuse eingedrungene Wasser das Atmen unmöglich macht.

Die Versuche über die Ausdauer der Amalien und Arionen in Wasser von +1° C wurden im Februar 1907 ausgeführt.

Am Morgen des 2. Februar wurde ein mit Leitungswasser gefüllter großer Zinkeimer ins Freie gestellt. Mittags hatte er eine

Eisdecke. Nachdem diese entfernt war, zeigte das in das Wasser gesteckte Thermometer +1° C. Mit einem Teile dieses Wassers wurden drei Gläser gefüllt, in die eine Anzahl *Arionen*, *Amalien* und *Limax cinereoniger* eingesetzt war.

Nachdem die Gläser dann in dem Eimer untergebracht waren, wurde dieser wieder im Freien aufgestellt. Das im Eimer zurückgebliebene Wasser überragte den oberen Rand der Gläser um 15 cm.

Als die Schnecken mit dem kalten Wasser übergossen wurden, streckten sie ihre Körper aus, konnten sich aber nicht vom Platze bewegen.

Das Wasser im Eimer erstarrte vollständig zu Eis, nicht aber das in den Gläsern selbst. Nachdem die Schnecken 98 Stunden oder 4 Tage unter Wasser ausgehalten hatten, entnahm ich dem Eimer den Eisblock, zerschlug ihn, machte so die Gläser frei und goß dann deren Inhalt in je eine große Glaswanne, in die eine Moosdecke eingelegt war. Hierauf ließ ich das Wasser ablaufen, legte die asphyktischen Schnecken mit dem Spatel zurecht, gab, um ein zu rasches Ansteigen der Temperatur zu verhüten, einige Eisstückchen zu, deckte mit einer Glasplatte ab und stellte die Glaswannen zu weiterer Beobachtung der Schnecken in meinem mäßig temperierten Arbeitszimmer auf.

Die *Arionen* — *Ar. empiricorum*, *Ar. hortensis* und *Ar. simrothi* — lebten nach einer halben Stunde auf und krochen umher, und als ich sie 4 Stunden später dem Behälter entnahm und in eine Glaswanne mit Kopfsalat überführte, fingen sie sofort an zu fressen.

Aus dem frühen Aufleben nach der Entnahme aus dem Wasser und dem guten Appetit, den die *Arionen* einige Stunden später zeigten, ist zu schließen, daß sie es noch länger als 4 Tage unter Wasser ausgehalten hätten, ohne Schaden zu nehmen.

Die *Limax cinereoniger* lebten nicht mehr auf. Sie sind also, wie sich das ja auch schon bei ihrem Aufenthalte in temperiertem Wasser zeigte, weniger ausdauernd als die *Arionen*.

Amalia marginata hielt es 4 Tage unter Wasser von 1⁰ C aus, ohne Schaden zu nehmen; aber sie erholte sich nicht sofort wieder wie die *Arionen*, sondern viel später. Bei ihrer Entnahme aus dem Wasser waren die *Amalien* schlaff und knickten nach allen Seiten zusammen. Fünf Stunden später öffnete sich das Pneumostom, und nach einer weiteren Stunde ließen sich am eingesunkenen Mantel Herzpulsationen wahrnehmen. Aber auf Reize reagierten die Tiere trotz alledem nur sehr schwach. Erst 8 bis 10 Stunden nach ihrer Befreiung aus dem Wasser hatten sie sich so weit erholt, daß sie sich fortbewegen konnten.

Schaden nahmen die *Amalien* durch den viertägigen Aufenthalt unter Wasser nicht; aber aus der Zeit, die zur Erholung nötig war, erkennt man, daß sie einen längeren Aufenthalt unter Wasser nicht wohl ertragen hätten.

Die Versuche mit den gedeckelten Weinbergschnecken wurden am 23. November 1907 begonnen und mit 50 Tieren ausgeführt, die einzeln in Gläser von je 2 Liter Inhalt gesetzt und in einem ungeheizten Zimmer untergebracht wurden, in das Sonnenstrahlen nicht einfallen konnten, und dessen Fenster während der ganzen Versuchsdauer geöffnet blieben. Als die Schnecken in das Wasser gesetzt wurden, hatte es 5⁰, einige Tage später aber 8⁰ C. Die Gläser zu bedecken, war nicht nötig, da ich ausschließlich solche Schnecken zu den Versuchen auswählte, die im Wasser untersanken.

Um festzustellen, ob Wasser in das mit einem Epiphragma versehene Haus eindringt, wurden jeden Tag 3 Schnecken dem Wasser entnommen und untersucht. Von den im Wasser zurückgebliebenen Schnecken kroch die erste nach 198 Stunden oder 8 Tagen 6 Stunden, die letzte nach 213 Stunden oder 8 Tagen 21 Stunden aus.

Jene Schnecken, denen nach 2- bis 7tägigem Aufenthalte unter Wasser das Epiphragma abgenommen wurde, sowie jene, bei denen Wasser in die erste und zweite Luftkammer eingedrungen, aber mit dem Schneckenkörper nicht in Berührung gekommen war, krochen nicht aus, nachdem das Wasser abgelaufen und die

letzte Schutzhaut entfernt war. Auch dann krochen sie nicht aus, wenn ich sie ins warme Zimmer brachte und Futter in ihrer Nähe auflegte. Man erkennt daraus, daß der Winterschlaf ein Bedürfnis für die Weinbergschnecke ist.

Jene Schnecken, die unter Wasser auskrochen und diesem sofort nach dem Abwerfen des Epiphragmas entnommen wurden, zogen sich bald wieder in ihre Gehäuse zurück und kamen während des Winters nicht mehr hervor.

Auch jene Schnecken, die nach dem Auskriechen noch 12 bis 15 Stunden unter Wasser aushalten mußten, zogen sich, wenn sie das in ihre Atemhöhle eingedrungene Wasser entfernt hatten, wieder in ihr Haus zurück und krochen vor dem nächsten Frühling nicht mehr aus.

Ein neues Epiphragma erzeugten die Schnecken allerdings nicht mehr, wohl aber Schutzhäute, denen etwas Kalk aufgelagert war, und Schaden nahmen auch jene Tiere nicht, die nach dem Abwerfen des Epiphragmas noch 15 Stunden unter Wasser aushalten mußten.

IX. Kapitel.

Ausdauer der Helix pomatia L. bei Kälte.

Versuche über die Ausdauer der Weinbergschnecke bei Kälte stellte ich im Interesse meiner Schneckenzucht an, da ich erfahren wollte, ob meine wertvollen linksgewundenen Zuchttiere und ihre Nachkommen den Winter im Freien verbringen können, ohne Schaden zu nehmen.

Ausgeführt wurden die Versuche in den Jahren 1899 bis 1903, hauptsächlich im Winter 1902/1903.

Die Versuchstiere, erwachsene und unerwachsene rechtsgewundene *Helix pomatia*, wurden Ende September gesammelt und bis zum Versuch ohne Futter und Wasser in hölzernen, mit Drahtnetzen bedeckten Kisten in einem ungeheizten Zimmer gehalten, wo sie sich eindeckelten. Direktes Sonnenlicht konnte in das Zimmer nicht eindringen.

Um bei den der Kälte ausgesetzten Schnecken feststellen zu können, ob sie gefroren seien, und welche Organe Eiskristalle enthielten, wurden von jeder Versuchsserie einige Individuen von der Spitze zum Nabel durchgesägt.

Das Auftauen gefrorener Schnecken wurde dadurch bewerkstelligt, daß man sie auf eine halbe Stunde in Leitungswasser legte, dem einige Eisstückchen beigegeben waren. Hierauf wurden die Epiphragmen und Schutzhäute abgenommen und die Tiere in große Glaswannen gesetzt, deren Boden mit feuchtem Moos bedeckt war, auf dem einige Eisstückchen lagen. Letztere wurden beigegeben, um ein zu rasches Ansteigen der Temperatur zu verhüten. Um einen mit Feuchtigkeit gesättigten Raum zu erhalten, wurden die Wannen mit Glasplatten bedeckt und zwecks Beobachtung der Schnecken in einem mäßig temperierten Zimmer (14—16° C) aufgestellt.

Waren die Tiere in Wasser eingefroren, so wurden die Eisbarren in kleinere Stücke zersägt, damit sie, in Leitungswasser

gelegt, rascher abschmolzen. Waren die Schnecken dann frei geworden, so wurden sie in der oben angegebenen Weise weiter behandelt.

In einigen Fällen wurden gefrorene Schnecken in einem ungeheizten Raume untergebracht und dort bis zum nächsten Frühling belassen.

Von den vielen Versuchen seien einige angeführt:

1. Versuch.

In einem hölzernen Gartenhäuschen, dessen Fenster während des Versuches geöffnet blieben, wurden am 10. November 1902 drei offene hölzerne Kisten mit je 300 gut gedeckelten *Helix pomatia* aufgestellt. 50 gedeckelte Weinbergschnecken wurden außerhalb des Gartenhäuschens 20 cm tief in die Erde gelegt; 50 andere blieben auf derselben liegen, wurden aber mit Laub bedeckt.

Die Minima der Lufttemperatur schwankten:

vom	10. XI. —15. XI. 1902	zwischen	+ 2°	und	− 0,1° C,
,,	16. XI. —26. XI. 1902	,,	−0,2°	,,	− 8,5° C,
,,	27. XI. — 2. XII. 1902	,,	+1,5°	,,	+ 5,1° C,
,,	3. XII.—10. XII. 1902	,,	−2,2°	,,	−13,0° C,
,,	11. XII.—15. XII. 1902	,,	−7,6°	,,	−14,0° C,
,,	16. XII.—21. XII. 1902	,	+5,6°	,,	+ 0,7° C,
,,	22. XII.—25. XII. 1902	,,	−0,2°	,,	− 4,4° C,
,,	26. XII.—31. XII. 1902	,,	+2,2°	,,	+ 6,9° C,
,,	1. I. —11. I. 1903	,,	+1,0°	,,	+ 7,2° C.

Eine genaue Tabelle über die während des Versuches herrschende Lufttemperatur befindet sich S. 266.

Am 11. Dezember 1902 wurden den Kisten 10 Schnecken entnommen und untersucht. Sie waren durch und durch gefroren. Eiskristalle befanden sich im Mantel, im Lungengewebe und in der Leber. Von 100 Stück, die langsam aufgetaut wurden, lebte keine auf.

Die übrigen 790 Exemplare wurden am 11. Januar 1903 untersucht. Sämtliche Schnecken waren aufgetaut, aber tot.

Temperaturen von −13° und −14° C ertrugen also die mit einem guten Epiphragma versehenen, im

übrigen unbedeckten *Helix pomatia* nicht, während jene, die in der Erde oder unter einer Laubdecke lagen, keinen Schaden nahmen, weil, wie die jeweilige Untersuchung ergab, ihr Körper nicht gefroren war.

2. Versuch.

Am 5. Dezember 1902, abends 9 Uhr, wurden 10 gedeckelte und 10 ungedeckelte *Helix pomatia*, die bisher in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt waren, in offenen hölzernen Kästchen im Freien aufgestellt.

Während des Versuches, der 12 Stunden währte, schwankte die Lufttemperatur zwischen −6,4° und −12,3° C. Sie betrug am:

5. Dezember, abends 9 Uhr, = − 6,4° C,
6. „ , morgens 7 Uhr, = −10,4° C.

Das Temperaturminimum betrug −12,3° C.

Am 6. Dezember, morgens 9 Uhr, wurden zwei gedeckelte und zwei ungedeckelte Schnecken untersucht. Sie waren durch und durch gefroren; die übrigen lebten nach langsamem Auftauen nicht auf.

Bei einer Kälte von −10,4° bis −12,3° C gingen also sämtliche gut gedeckelten *Helix pomatia* zugrunde.

3. Versuch.

Vom 1. bis 11. Januar 1903 sank die Lufttemperatur nicht unter 0°. Am 12. Januar betrug das Temperaturminimum −2,2°, das Maximum +5° C. An diesem Tage wurden 40 gedeckelte und 10 ungedeckelte *Helix pomatia*, d. h. solche, denen ich das Epiphragma, nicht aber die Schutzhäute abgenommen hatte, im Freien so auf die Erde gelegt, daß die Gehäusemündung nach oben sah.

Vom 13. zum 22. Januar betrugen die Temperaturminima: −3,8°, −6,8°, −8,7°, −7,0°, −8,0°, −10,5°, −7,0°, −8,0°, −8,6° und −9,0° C.

Am 22. Januar wurden einige gedeckelte und ungedeckelte Schnecken untersucht. Sie waren gefroren. Eiskristalle befanden sich im Mantelsaume, im Lungengewebe und in der Leber, ganz besonders an deren Peripherie.

Die ungedeckelten und ein Teil der gedeckelten Tiere wurden langsam aufgetaut, die übrigen in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt. Sie lebten nicht mehr auf.

Durch eine Kälte von –8 bis –10,5° C. wurden also nicht nur die mit Schutzhäuten, sondern auch die mit einem guten Epiphragma versehenen *Helix pomatia* getötet.

4. Versuch.

Am Nachmittage des 22. November 1902 wurden 20 gedeckelte sowie 20 ungedeckelte und der Schutzhäute beraubten *Helix pomatia* in einer offenen hölzernen Kiste im Freien aufgestellt.

Die Lufttemperatur betrug am:

22. November,	abends	9 Uhr,	=	–4,4° C,
23. ,, ,	morgens	7 Uhr,	=	–5,0° C.

Das Temperaturminimum war –7,0° C.

Am Vormittage des 23. November wurden einige Schnecken untersucht: die ungedeckelten waren gefroren, die gedeckelten nicht. Bei langsamem Auftauen lebten die ungedeckelten Tiere nicht mehr auf; die gedeckelten hatten keinen Schaden genommen.

Man erkennt aus diesem Versuche, wie sehr die Weinbergschnecken durch ein gutes Epiphragma gegen Kälte geschützt sind.

5. Versuch.

Am 4. Dezember 1902, abends 8 Uhr, wurden 10 gedeckelte *Helix pomatia* einzeln in große mit Wasser von +6° C gefüllte Zylindergläser gesetzt und im Freien aufgestellt.

Die Lufttemperatur betrug:

am 4. Dezember,	abends	9 Uhr,	=	–7,6° C,
,, 5. ,, ,	morgens	7 Uhr,	=	–8,5° C,
,, 5. ,, ,	mittags	2 Uhr,	=	–5,4° C.

Das Temperaturminimum war –9,0° C.

Wie die am 5. Dezember vorgenommene Untersuchung ergab, waren die Schnecken wohl eingefroren, aber nicht gefroren. Nachdem das Eis geschmolzen und die Schnecken frei geworden waren, wurden die Epiphragmen und Schutzhäute ent-

fernt und die Tiere wiederholt in Wasser von 12° C getaucht. Im warmen Zimmer krochen sie aus, zogen sich aber bald wieder in ihre Gehäuse zurück und bildeten Schutzhäute. Schaden nahmen sie durch das Experiment nicht.

6. Versuch.

Zehn gut eingedeckelte *Helix pomatia*, die ich vom 5. zum 6. Dezember 1902 bei einem Temperaturminimum von −12,3° C in Wasser eingefrieren ließ, hatten Eiskristalle in Mantel, Lunge und Leber und lebten bei langsamem Auftauen nicht mehr auf.

7. Versuch.

Vom 3. zum 4. Dezember 1902 ließ ich 20 gedeckelte *Helix pomatia* mit Hilfe einer Eismaschine eingefrieren. Die an Schnüre gebundenen Schnecken wurden in die mit Wasser von +6° C gefüllten Gefrierkästen so gehängt, daß sie mit deren Wänden nicht in Berührung kamen. Das Generatorwasser hatte eine Temperatur von −9° C, die aber in den nächsten 24 Stunden auf −8° C stieg, da der Kompressor der Eismaschine für die Dauer des Versuches außer Betrieb gesetzt war.

Nach 24 Stunden wurden die die Schnecken enthaltenden Eisbarren den Gefrierkästen entnommen. Vier Tiere wurden untersucht; sie waren durch und durch gefroren. Eiskristalle befanden sich in: Mantel, Lungengewebe und Leber. Von den übrigen Schnecken lebte bei langsamem Auftauen keine auf.

Bei einer Wassertemperatur von −8 bis −9° C gingen die mit einem Epiphragma versehenen *Helix pomatia* schon in 24 Stunden zugrunde.

Die aus den Versuchen gewonnenen Ergebnisse sind folgende:

1. Gedeckelte *Helix pomatia*, die in offenen hölzernen Kisten in einem offenen Gartenhäuschen untergebracht waren, gingen bei Temperaturen von −13° und −14° C ausnahmslos zugrunde (Versuch 1), während jene, die in die Erde eingelegt oder mit Laub bedeckt waren, keinen Schaden nahmen.

Auch bei Temperaturen von −10,4° bis −12,3° C (Versuch 2) und −8° bis −10,5° C (Versuch 3) gingen sämtliche gedeckelten, nicht mit Erde oder Laub bedeckten Schnecken zugrunde.

2. Bei einer Temperatur von −4° bis −7° C (Versuch 4) nahmen die mit einem Epiphragma versehenen Schnecken infolge eines 18 Stunden währenden Versuches keinen Schaden; wohl aber gingen jene zugrunde, die nur Schutzhäute besaßen. Man erkennt daraus, daß das Epiphragma ein gutes Schutzmittel gegen die Winterkälte ist.

3. Gedeckelte *Helix pomatia*, die bei einer Lufttemperatur von −12,3° C (Versuch 6), und solche, die bei einer Wassertemperatur von −8 bis −9° C in Wasser eingefroren waren (Versuch 7), lebten, obgleich der Versuch nicht länger als 24 Stunden dauerte, bei langsamem Auftauen nicht mehr auf, wohl aber jene (Versuch 5), die man bei einem 20 Stunden währenden Versuch bei einer Lufttemperatur von −7,6° bis −9° C in Wasser eingefrieren ließ. In diesem Falle waren die Schnecken selbst nicht gefroren.

4. Ausnahmslos gingen bei meinen Versuchen gut gedeckelte *Helix pomatia* zugrunde, sobald sich im Lungengewebe und in der Leber Eiskristalle gebildet hatten, was schon bei Temperaturen von −8 bis −9° C der Fall war[1].

Daß die unter Laub und Moos und in der Erde liegenden Schnecken bedeutend höhere Kältegrade gut ertragen, ist darauf zurückzuführen, daß die Kälte wegen der die Schnecken umgebenden schlechten Wärmeleiter nicht zu ihnen gelangen kann, oder mit anderen Worten, weil die im Schneckenkörper vorhandene Wärme nicht fortgeleitet wird, weshalb die ihn durchtränkenden Säfte nicht gefrieren.

[1] Hätte *Helix pomatia* zu Beginn der Winterruhe nicht einen mittleren Wassergehalt gehabt (was S. 131 nachgewiesen wurde), sondern einen hohen, so wäre ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Winterkälte noch geringer gewesen, weil sich im wasserreichen Lungen- und Lebergewebe wohl schon bei weniger als −8° C Eiskristalle gebildet hätten.

TABELLE

über die Lufttemperaturen während der Kälteversuche.

Monat	Datum	Lufttemperatur		Monat	Datum	Lufttemperatur	
		Maximum C°	Minimum C°			Maximum C°	Minimum C°
November	10.	10,6	3,6	Dezember	15.	2,2	−9,0
1902	11.	9,8	3,5	1902	16.	4,7	0,7
	12.	8,0	−0,1		17.	10,2	4,0
	13.	5,5	1,4		18.	10,6	5,6
	14.	6,8	3,4		19.	5,0	2,8
	15.	4,0	2,0		20.	5,4	1,2
	16.	4,3	−2,7		21.	6,3	4,5
	17.	1,6	−1,8		22.	4,2	−0,2
	18.	−1,0	−8,0		23.	1,3	−3,6
	19.	−0,8	−7,0		24.	−1,5	−4,4
	20.	−0,7	−5,0		25.	4,5	−3,7
	21.	−1,0	−6,7		26.	4,8	3,0
	22.	−1,7	−8,5		27.	7,5	4,5
	23.	0,2	−7,0		28.	7,1	6,0
	24.	5,2	−0,2		29.	10,2	6,9
	25.	6,5	0,9		30.	6,5	2,8
	26.	5,3	−2,0		31.	4,8	2,2
	27.	3,2	2,0				
	28.	9,4	1,5				
	29.	10,2	4,5				
	30.	8,0	4,0	Januar	1.	4,5	2,1
				1903	2.	7,0	2,6
					3.	11,5	6,0
					4.	10,0	7,0
Dezember	1.	7,7	3,5		5.	13,6	7,2
1902	2.	8,4	5,1		6.	11,6	6,3
	3.	7,0	−2,2		7.	12,5	2,2
	4.	−4,5	−7,7		8.	12,2	6,2
	5.	−5,0	−9,0		9.	8,2	1,0
	6.	−8,0	−12,3		10.	10,0	1,7
	7.	−7,0	−10,5		11.	10,0	5,0
	8.	−7,2	−13,0		12.	5,0	−2,2
	9.	−4,4	−11,5		13.	−0,5	−3,8
	10.	−1,5	−6,0		14.	−3,8	−6,8
	11.	−1,6	−7,6		15.	−2,2	−8,7
	12.	−6,5	−14,0		16.	−1,0	−7,0
	13.	−3,0	−12,8		17.	−2,5	−8,0
	14.	0,0	−8,8		18.	−3,8	−10,5

„Einer Kälte von 4—5° R“, sagt CLESSIN (21, S. 118), „scheinen die Tiere (*Helix pomatia*) ohne Schaden Widerstand leisten zu können, wenn sie normal gedeckelt sind. Steigert sich die Kälte über 5° R (6,25° C), so erliegen wohl die meisten Tiere derselben.“

GASPARDS (30, S. 255) gedeckelte Weinbergschnecken gingen bei Temperaturen von −7° und −8° R (also bei −8,75° und −10° C) zugrunde, während bei YUNGS Versuchen (115) einige Exemplare wieder auflebten, die 4 bzw. 20 Stunden lang Temperaturen von −100 bzw. −130° C ausgesetzt waren und dann langsam erwärmt wurden.

Die Angaben GASPARDS, daß gut gedeckelte *Helix pomatia* eine Kälte von nur etwa −8° R ertragen, werden von KÜHN (56a, S. 133), in Anbetracht der Befunde YUNGS, als „unrichtig“ bezeichnet.

Ich bin der Überzeugung, daß GASPARD, soweit das Leben der Schnecken in der freien Natur in Betracht kommt, das Richtige getroffen hat; denn meine Versuche, die mit Hunderten von Exemplaren ausgeführt wurden, zeigen klar und deutlich, daß gut gedeckelte Weinbergschnecken, die sich zur Epiphragmabildung nicht in die Erde oder unter Laub verkrochen haben, in der freien Natur bei Temperaturen von −9° bis −10° C auch dann ausnahmslos zugrunde gehen, wenn die Kälte nicht länger als 12—24 Stunden andauert.

Nach KOCHS (49) Versuchen mit Blutegeln ist es nicht die Abkühlung, durch die die Tiere getötet werden, sondern der Umstand, daß durch die Abkühlung das Wasser in den Geweben kristallisiert, wobei die absorbierten Gase in Bläschen abgeschieden werden und die gelösten Salze auskristallisieren, wodurch eine solche Zerstörung bewirkt wird, daß ein Wiederbeginn der Lebensfunktionen nach dem Auftauen unmöglich ist.

X. Kapitel.

Die Bedeutung des Wassers für die Embryonalentwicklung nebst einer Methode zum Beobachten derselben am lebenden Ei.

Die Eier unserer Landpulmonaten bestehen aus einer äußeren, einer mittleren und einer innern Eihülle, aus dem Eiweiß und aus der Eizelle, die, wenn der Furchungsprozeß begonnen hat, Keim genannt wird.

Das Eiweiß, in dem der Keim schwebt, ist eine wasserhelle oder weißliche Flüssigkeit, die im auffallenden Lichte blau fluoresziert, was man besonders schön an den Eiern von *Limax cinereus*, *Limax cinereoniger*, *Amalia marginata* und *Arion hortensis* sehen kann. Die Fluoreszenz ist ein Zeichen dafür, daß das Eiweiß Hämozyanin, den Träger des Sauerstoffes, enthält. Bedenkt man, daß bei wasserarmen Schnecken das in der Eiweißdrüse enthaltene Eiweiß ebenfalls wasserarm ist und aufquillt, wenn die Schnecken Wasser trinken, so erscheint es nicht merkwürdig, daß es Hämozyanin enthält; denn alles Wasser, das die Schnecken trinken, wird dem an Hämozyanin reichen Blute beigemischt, das, nachdem es arteriell geworden, den Organgeweben, also auch der Eiweißdrüse zugeführt und von dem in ihr befindlichen Eiweiß aufgesaugt wird.

Die innere Eihülle ist eine dünne, durchsichtige, zähe Haut, in die das Eiweiß eingeschlossen ist.

Die Dicke der mittleren und der äußeren Eihülle sowie deren Verhalten zu Wasser ist nicht nur bei den einzelnen Gattungen, sondern auch bei den Individuen der einzelnen Arten oft recht verschieden.

Hier will ich nur so weit auf den Bau der beiden äußeren Eihüllen eingehen, als dies zum Verständnis des Verhaltens der Eier unter Wasser nötig ist.

1. Die Eier sämtlicher *Limaces* haben eine einschichtige mittlere und eine mehrschichtige äußere Eihülle, von denen jede aus einer sehr dicken, gallertigen, aber zähen Substanz besteht, die niemals Kalkeinlagerungen enthält, weshalb die Eier, wenn ihre Hüllen wasserreich sind, ein glasartiges Aussehen haben.

2. Bei den Eiern der *Arionen* zeigen die beiden äußeren Eihüllen Verschiedenheiten.

a) Die Eier des *Arion hortensis*, *Arion bourguignati*, *Ar. subfuscus* und *Ar. simrothi* haben verhältnismäßig dicke mittlere und dicke äußere Eihüllen, die bei einiger Übung mit Hilfe zweier Nadeln entfernt werden können, ohne daß die innere Eihülle verletzt wird.

Bei *Arion hortensis* und *Arion bourguignati* sind in die mittlere Eihülle nur wenige Kalkspatrhomboeder eingelagert, während die mittlere Eihülle des *Arion subfuscus* und *Arion simrothi* viel körnigen kohlensauren Kalk enthält, weshalb die Eier der beiden ersten Arten weißlich, wie mit Mehl bestäubt, aussehen, während die der beiden letzten Arten weiß erscheinen, einige Tage nach der Eiablage aber eine gelbliche Farbe annehmen.

b) Die Eier des *Arion empiricorum* haben eine sehr zähe, aber dünne und wenig elastische mittlere Eihülle, in die sehr viel kohlensaurer Kalk eingelagert ist, weshalb die Eier in den ersten Tagen nach der Ablage weiß erscheinen, dann aber allmählich auch eine gelbliche Farbe erhalten. — Die äußere Eihülle ist sehr dünn und ohne Kalkeinlagerungen. Im Gegensatz zu den übrigen *Arionen*-Eiern lassen sich die mittlere und äußere Eihülle mit der Nadel nicht abnehmen.

3. Die Eier der *Amalia marginata* haben, was die Dicke der beiden äußeren Eihüllen betrifft, Ähnlichkeit mit den Eiern der *Limaces;* doch sind die genannten Hüllen viel zäher und fester als die der *Limaciden*-Eier; auch sind in die mittlere Hülle Kristalle von kohlensaurem Kalk eingelagert, so daß das Ei eine weißliche Farbe hat. Mit der Nadel lassen sich die beiden äußeren Hüllen sowohl bei den *Limaces*- als bei den *Amalien*-Eiern entfernen, ohne daß die innere Eihülle verletzt wird.

4. Die Eier von *Campylaea cingulata* und *Helix arbustorum* haben eine dicke, gallertige mittlere Hülle, in die Kalk-

spatrhomboeder eingelagert sind, die dem Ei eine weißliche Farbe verleihen. Auch die äußere Eihülle ist dick und gallertartig, aber ohne Kalkeinlagerung.

5. Die Eier der Weinbergschnecke sowie die der *Helix nemoralis* und *Helix hortensis* haben eine dünne mittlere und eine sehr dünne äußere Eihülle. Die mittlere Hülle, die mit dicht liegenden Rhomboedern bezw. Körnchen von kohlensaurem Kalk erfüllt ist, gibt dem Ei eine weiße Farbe. Mit der Nadel lassen sich die fest aneinander haftenden äußere und mittlere Hülle nicht entfernen.

Eier, die von wasserreichen Schnecken abgelegt werden, sind prall und fühlen sich fest an, während die von weniger wasserreichen Schnecken abgesetzten nicht nur nicht prall, sondern mit Dellen versehen sind, da Eiweiß und Eihüllen schon vor der Eiablage nicht wasserreich waren. Aber auch jene Eier, die in prallem Zustande den Uterus verlassen, verlieren bald dieses Aussehen, wenn sie nicht gegen Wasserverdunstung geschützt sind. Sehr rasch vertrocknen die mit dünnen Hüllen versehenen Eier der *Helix pomatia* und des *Arion empiricorum*, während die von dicken Gallertmassen umhüllten Eier der *Limaciden*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum* langsamer austrocknen.

Eier von *Helix pomatia*, die nach einem ausgiebigen Regen an einem schwülen Julitage abgelegt wurden und den Uterus in prallem Zustande verließen, dann aber unbedeckt im Schatten lagen, hatten schon nach 50 Minuten 60—66% ihres Gewichtes infolge Wasserverdunstung eingebüßt. Die Eihüllen waren tief eingesunken, und nach einer weiteren Stunde waren die Eier vertrocknet.

Auch die Eier des *Arion empiricorum* vertrockneten in 1—2 Stunden, wenn sie an warmen Sommertagen unbedeckt im Schatten lagen. Dagegen hatten die mit dicken Gallerthüllen versehenen Eier des *Limax cinereus* und *Limax cinereoniger* infolge Wasserverdunstung selbst nach 16—18 Stunden nur 43 bis 45% ihres Gewichtes eingebüßt.

Infolge des Wasserverlustes, den die Schneckeneier in kurzer Zeit durch Verdunstung erleiden, würde eine Embryonalentwicklung unmöglich sein, wenn die Tiere ihre Eier nicht in die Erde,

unter Moos, Steine und Bretter legten, also an Orten absetzten, an denen sie gegen Austrocknung tunlichst geschützt sind.

Bewahrt man *Limaciden*-Eier mit eingesunkenen Eihüllen, also solche, bei denen auch das Eiweiß infolge Wasserverlustes schon eingedickt ist, so auf, daß sie vor weiterem Austrocknen geschützt sind, so verläuft die Embryonalentwicklung wohl in den ersten Tagen normal, dann aber sterben die Keime infolge Wassermangels ab.

In Eiern, bei denen nicht nur die Eihülle, sondern auch das Eiweiß wasserarm geworden war, konnte der Keim dadurch am Leben erhalten werden, daß man über den in einer Glasschale oder auf feuchtem Moos liegenden Eiern vermittelst eines Zerstäubers wiederholt einen Sprühregen erzeugte, oder daß man sie 30 bis 60 Minuten lang unter Wasser hielt.

Die Eihüllen saugten Wasser ein und quollen auf; ihre eingesunkenen Teile stülpten sich wieder aus, und die Eier wurden prall. Auch das Eiweiß saugte viel Wasser ein, quoll auf und nahm wieder Kugelgestalt an (vergl. Fig. 5 u. 6 S. 221).

Schützte man die so behandelten Eier dadurch gegen Austrocknung, daß man sie zwischen feuchtem Moose oder in mäßig feuchter Erde aufbewahrte und, wenn es nötig wurde, sie auch später wieder mit Wasser bespritzte, so ging die Embryonalentwicklung flott vonstatten, und die den Eiern entschlüpften Jungen gediehen, wenn sie unter geeigneten Bedingungen gehalten wurden, ganz vorzüglich.

Wurden die Eier, ehe man ihnen Wasser zuführte, so weit ausgetrocknet, daß Eihüllen und Eiweiß in den festen Zustand übergingen, so nahmen sie, in Wasser gelegt, wohl ihr früheres Aussehen wieder an, aber eine Weiterentwicklung des Keimes unterblieb, da er infolge Wasserverlustes bereits abgestorben war. Dabei war es ganz gleichgültig, ob die Eier unmittelbar nach dem Verlassen des Uterus, oder nach vollendetem Furchungsprozesse oder später ausgetrocknet wurden.

Wurden die Hüllen der Limaciden- und Amalieneier gegen Ende der Embryonalentwicklung wasserarm, so wurden sie so zähe, daß es den jungen Schneckchen unmöglich war, sie zu verlassen.

In der freien Natur sind die Schneckeneier nicht so schutzlos gegen Trockenheit, als man anzunehmen geneigt ist; denn sie werden von den Muttertieren unter Bretter und Steine, unter Laub und Moos oder in die Erde abgelegt, also an Orten untergebracht, an denen sie gegen Vertrocknung geschützt sind. Dazu kommt, daß ihnen bei jedem kräftigen Regen eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben ist.

Eine andere Frage war die: Bleibt der Keim bezw. der Embryo am Leben, wenn die Eier infolge anhaltenden Regens mehrere Tage unter Wasser aushalten müssen?

Um das zu ermitteln, setzte ich je 20 bis 30 Eier eines Geleges in Wasser von 10—14° bezw. in solches von 18—20° C und stellte sie in meinem Arbeitszimmer so auf, daß sie von der Sonne nicht bestrahlt werden konnten, da ich aus Erfahrung wußte, daß Embryonen von Landpulmonaten, die längere Zeit direktem Sonnenlichte ausgesetzt werden, auch dann zugrunde gehen, wenn sie während und nach der Bestrahlung gegen Vertrocknung geschützt sind. Das Wasser, in dem die Eier lagen, wurde alle 3 bis 4 Tage erneuert.

Die gewonnenen Ergebnisse sind folgende:

Sämtliche unter Wasser gehaltenen Eier vergrößerten ihr Volumen.

Die dickhäutigen Eier der *Limaciden* und *Amalien*, der *Campylaeen* und *Helix arbustorum* wurden so elastisch, daß sie, wenn man sie zu Boden fallen ließ, wie ein Gummiball in die Höhe sprangen, ohne daß die Eihüllen platzten oder die Keime abstarben.

So schützen also die dicken, gallertigen Eihüllen den Embryo nicht nur vor Vertrocknung, sondern auch gegen Druck und Stoß.

Nach 14- bis 20tägigem Aufenthalte unter Wasser lösten sich bei den dickhäutigen Eiern dünne Schichten der äußeren Eihülle ab. Doch hatte das nichts zu bedeuten, denn die Eier blieben intakt und ihre Hüllen waren auch dann noch fest und elastisch, wenn die Eier 30 und mehr Tage unter Wasser blieben.

In bezug auf die Eihüllen und deren Verhalten zum Wasser stehen unsere *Limaciden* den *Limnaeen* nahe.

Anders verhielten sich die Eier von *Helix pomatia*, *Helix nemoralis*, *Helix hortensis* und die *Arionen*-Eier.

Wurden die Eier von *Helix pomatia* unter Wasser gehalten, so platzten die beiden äußeren, fest miteinander verbundenen Eihüllen schon nach 3½ bis 5 Stunden, und das den Keim bergende, von der inneren, durchsichtigen Eihülle umgebene Eiweiß wurde frei. Hatte dieses dann noch mehr Wasser aufgenommen, so platzte auch die innere Eihülle, und der Keim ging zugrunde.

Auch zwischen Moos und in der Erde platzten die äußeren Hüllen, wenn die Eier, zu feucht gehalten, ein gewisses Wasserquantum eingesaugt hatten.

Ähnlich wie die Eier von *Helix pomatia* verhielten sich die von *Helix nemoralis* und *Helix hortensis*.

Die Eier der *Arionen* blieben unter Wasser länger intakt als die von *Helix pomatia*. Die beiden äußeren Hüllen platzten frühestens nach 24 Stunden, spätestens aber nach 11 bis 23 Tagen.

Eine Ausnahme machten die Eier des *Arion bourguignati*. Sie schwammen längere Zeit auf dem Wasser, blieben aber auch, nachdem sie untergesunken waren, vollständig intakt, genau so wie die Eier der *Limaciden*.

Wurden die Eier der *Limaciden*, *Amalien*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum* in Wasser von 18 bis 20° C gehalten, so waren Eifurchung und Embryonalentwicklung in derselben Zeit vollendet wie bei jenen Eiern desselben Geleges, die bei gleicher Temperatur in feuchter Erde oder zwischen feuchtem Moose aufbewahrt wurden. Betrug die Wassertemperatur nur 10—14° C, so entwickelte sich der Embryo ebenfalls, aber langsamer als bei höherer Temperatur.

Die *Limaciden*, *Amalien*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum*, deren Eihüllen im Wasser nicht platzten, konnten die ganze Embryonalentwicklung unter Wasser durchmachen; nur waren die den Eihüllen entschlüpften Jungen unfähig, das Wasser zu verlassen.

Nur ein einziges Mal kam es vor, daß *Limax agrestis*, die nicht während der ganzen Embryonalentwicklung, sondern nur die letzten 10 Tage unter Wasser lagen, dieses verließen, sobald sie dem Ei entschlüpft waren.

Auch bei den unter Wasser gehaltenen Arioneneiern verlief die Embryonalentwicklung normal, doch konnte sie, mit Ausnahme des *Arion bourguignati*, nicht zum Abschluß gebracht werden, da die Eihüllen vorzeitig platzten.

In sehr regenreichen, nassen Jahren dürften sich demnach die Weinbergschnecken, *Helix nemoralis* und *H. hortensis* sowie die *Arionen* weniger stark vermehren als die *Limaciden*, *Amalien*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum*, die ihre Embryonalentwicklung auch unter Wasser zum Abschluß bringen.

Daraus, daß die Embryonalentwicklung bei den unter Wasser gehaltenen Eiern ebensogut vor sich ging wie bei den zwischen feuchtem Moos oder in feuchter Erde untergebrachten, ergibt sich:

Entweder haben die Embryonen kein großes Sauerstoffbedürfnis, oder das im Eiweiß enthaltene Hämozyanin hatte so viel Sauerstoff aufgenommen, als für die Embryonalentwicklung nötig war, oder der Embryo war fähig, jenen Sauerstoff sich nutzbar zu machen, der in dem in das Ei eingedrungenen Wasser enthalten war.

Im allgemeinen haben die Versuche über die Bedeutung des Wassers für die Embryonalentwicklung der Landpulmonaten ergeben:

Erstens: Ist das Eiweiß infolge Austrocknens der Eier wasserarm geworden, so geht der Keim zugrunde, wenn dem Ei nicht rechtzeitig Wasser zugeführt wird.

Zweitens: Kommen wasserarme Schneckeneier mit Wasser in Berührung, so saugen nicht nur die Eihüllen, sondern auch das Eiweiß solches ein, und die Embryonalentwicklung nimmt, wenn der Keim noch lebensfähig ist, seinen Fortgang.

Drittens: Je dicker und elastischer ihre Hüllen sind, desto länger bleiben die Eier der Landpulmonaten unter Wasser intakt.

Viertens: Bei den unter Wasser liegenden Eiern geht die Embryonalentwicklung solange ungestört weiter, als die Eihüllen infolge Volumvergrößerung des Eiweißes nicht geplatzt sind.

Fünftens: Sämtliche *Limaciden*, *Amalia marginata*, *Campylaea cingulata*, *Helix arbustorum* und *Arion bourguignati* können auf Grund der Konsistenz ihrer Eihüllen die ganze, alle übrigen

Arionen aber nur einen Teil der Embryonalentwicklung unter Wasser durchmachen, während die mit verhältnismäßig dünnen und wenig elastischen Hüllen versehenen Eier von *Helix pomatia*, *H. nemoralis* und *H. hortensis* schon nach 3½- bis 5stündigem Aufenthalt unter Wasser infolge Platzens der Eihüllen zugrunde gehen.

Sechstens: Landpulmonaten, die ihre Embryonalentwicklung unter Wasser durchmachen und unter Wasser auschlüpfen, sind nicht fähig, aus diesem herauszukriechen. Werden sie dem Wasser nicht entnommen, oder fließt dieses — in der freien Natur — nicht rechtzeitig ab, so ersticken die Schneckchen.

Siebtens: Dicke, elastische Eihüllen schützen nicht nur das Eiweiß gegen zu starke Wasserverdunstung, sondern auch den Keim, bezw. den Embryo, gegen Druck und Stoß.

Die Methode

zum Beobachten der Embryonalentwicklung am lebenden Ei gründet sich auf die Ausdauer der Schneckeneier unter Wasser sowie auf die Tatsache, daß Eihüllen, die keinen Kalk führen, unter Wasser durchsichtig werden, sobald sie solches eingesaugt haben.

Ganz besonders gut eignen sich zum Studium der Eifurchung und der Embryonalentwicklung an lebenden Objekten die Eier von *Limax agrestis*, weil man sie fast das ganze Jahr hindurch haben kann, und weil ihre gallertigen Hüllen in Wasser nicht platzen, aber infolge des Imbitionswassers so durchsichtig werden, daß man die Eizelle deutlich sehen und die an ihr vorgehenden äußeren Veränderungen sehr gut beobachten kann.

Man hat nichts weiter zu tun, als die Eier in einer geeigneten Glasschale — am besten in einem tiefen Uhrglas — unterzubringen, mit Wasser zu übergießen und unter dem Mikroskop zu beobachten. Selbstredend muß das Wasser die Eier vollständig bedecken, da man andernfalls kein klares Bild des Eikeimes erhält.

Hat man einen Projektionsapparat zur Verfügung, so kann man auch einem größeren Auditorium die Einfurchung und die Embryonalentwicklung vorführen und sie, da die Eier unter

Wasser nicht zugrunde gehen, an demselben Objekt verfolgen lassen.

Auch an den Eiern von *Limax tenellus* und *Limax arborum* lassen sich die Eifurchung und die Embryonalentwicklung vorzüglich beobachten; aber diese Eier sind nicht so leicht zu erhalten als die des *Limax agrestis*.

Will man den Furchungsprozeß an den mit außerordentlich dicken Gallerthüllen versehenen Eiern des *Limax cinereus* und *Limax cinereoniger* beobachten, so entfernt man die beiden äußeren Eihüllen und übergießt das mit der innern Hülle versehene Ei in einem tiefen Uhrglas mit Wasser.

Allerdings darf man das der äußeren Hüllen beraubte Ei nicht tagelang unter Wasser liegen lassen, da sonst die innere Eihülle platzen und der Embryo zugrunde gehen würde. Am besten beläßt man das Ei in dem Uhrglas, gießt aber, wenn die Beobachtungszeit vorüber ist, das Wasser weg und deckt, um ein Vertrocknen des Eies zu verhüten, mit einer Glasplatte ab.

Ähnlich verfährt man, wenn man die Embryonalentwicklung der *Amalia marginata* verfolgen will. Es ist das aus zwei Gründen nötig. Einmal sind die Gallerthüllen sehr dick, und zweitens ist in die mittlere Hülle so viel Kalk eingelagert, daß der Embryo auch dann nicht gesehen werden könnte, wenn die Eihüllen mit Wasser gesättigt wären.

Bei den in Wasser liegenden Eiern von *Arion hortensis*, *Arion bourguignati*, *Campylaea cingulata* und *Helix arbustorum*, deren Eihüllen nur wenig Kalkspatrhomboeder enthalten, kann man den Embryo durch die Eihüllen hindurch sehen. Ein scharfes Bild erhält man aber auch erst nach der Entfernung der beiden äußeren Eihüllen.

Bei den Eiern des *Arion subfuscus*, *Ar. simrothi*, *Ar. empiricorum* und der *Helix pomatia*, die in der mittleren Hülle sehr viel Kalk enthalten, müssen die beiden äußeren Eihüllen abgenommen werden, wenn man den Embryo sehen will. Bei den Eiern von *Ar. subfuscus* und *Arion simrothi* entfernt man sie leicht mit zwei Nadeln; dagegen muß man bei den Eiern des *Arion empiricorum* und der *Helix pomatia* die sehr dünnen, zähen Häute mit dem

Skalpell abtragen. Auch darf man die der äußeren Hüllen beraubten Eier nur während der Beobachtung unter Wasser halten, da andernfalls die innere Eihülle platzt und der Embryo abstirbt.

Zu Demonstrationszwecken und zur Einführung in das Studium der Eifurchung und Embryonalentwicklung eignen sich, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die Eier von *Limax agrestis*, *Limax tenellus* und *Limax arborum* am besten.

XI. Kapitel.

Die Bedeutung des Wassers für die geographische Verbreitung der Landpulmonaten.

Aktiv können sich die Landpulmonaten von ihrer Geburtsstätte nur so weit entfernen, als ihnen günstige Lebensbedingungen geboten sind und unüberwindliche Hindernisse nicht entgegentreten. Kommen sie unterwegs an Flußläufe, an breite Landstreifen mit sehr ungünstigen Lebensbedingungen, oder an Gebirge mit kahlen Wänden oder schneebedecktem Rücken, so ist ihrer Wanderung ein Ziel gesetzt.

Aber auch ein größeres Gebiet mit günstigen Lebensbedingungen, in dem die Schnecken bereits festen Fuß gefaßt haben, wird, wenn es durch aktive Wanderungen geschehen muß, erst nach vielen Jahren besiedelt sein, weil die Schnecken relativ langsam und ihre Wanderungen von den Witterungsverhältnissen und der in ihrem Körper aufgespeicherten Wassermenge abhängig sind.

Junge, erst einige Tage alte Nacktschnecken kleinerer Arten, wie *Limax agrestis*, *Limax tenellus*, *Limax arborum*, *Arion hortensis* und *Ar. bourguignati*, die bei einer Lufttemperatur von 18° C auf meinem Arbeitstische abwechslungsweise krochen und ruhten, waren infolge Wasserverdunstung schon nach 5 bis 10 Minuten an der Lebensgrenze angelangt, während andere bei einer Temperatur von 12° C nach 25 bis 30 Minuten abstarben, wenn sie nicht mit Wasser bespritzt wurden.

Ausdauernder waren gleichaltrige Nachkommen größerer Arten, so die des *Limax cinereus*, *Limax cinereoniger*, *Arion empiricorum* und der *Amalia marginata*. Bei einer Lufttemperatur von 18° C waren sie nach 30 bis 35 Minuten, bei einer Temperatur von 12° C nach 1 bis 1½ Stunden bis zur Lebensgrenze ausgetrocknet.

Zwei Monate alte *Limax cinereus* von 0,100 bis 0,150 g, die bei einer Temperatur von 18° C auf dem Tische meines Arbeits-

zimmers krochen, erfuhren in einer Stunde einen Gewichtsverlust von 50 bis 60% und gingen, wenn man sie nicht mit Wasser bespritzte, nach einer weiteren halben Stunde zugrunde.

Arion empiricorum mit einem Gewichte von 0,160 bis 0,170 g, die gleichzeitig mit *Limax cinereus* auf den Arbeitstisch gesetzt wurden, erlitten in einer Stunde Gewichtsverluste von nur 35 bis 40%. Die auffallende Differenz in der bei *Limax cinereus* und *Arion empiricorum* stattgehabten Wasserverdunstung ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die langsamen *Arionen* weniger umherkrochen als die *Limaces*.

Bei weiteren Versuchen, bei denen 6 bis 7 g schwere *Limax cinereus* und *Limax variegatus* bei einer Lufttemperatur von 18° C zum Kriechen veranlaßt wurden, betrug die Gewichtsverminderung stündlich 16 bis 18%. Der höchste Austrocknungsgrad, den die Tiere ertragen, ist 75%; aber bei einem Wasserverluste von 65% führen sie keine Wanderungen mehr aus. Würde also ein mittelgroßer *Limax variegatus* oder *L. cinereus* an einem Sommertage im ganzen 4 Stunden lang umherkriechen, so wäre er so weit ausgetrocknet, daß er, wenn kein Regen niederginge und ihm dadurch eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme gegeben würde, zugrunde ginge.

Aus den Versuchen erhellt:

An trockenen, warmen Tagen können junge, erst einige Tage alte Nacktschnecken ihr Versteck nicht verlassen, ohne durch Vertrocknung zugrunde zu gehen. Auch 1—2 Monate alte Nacktschnecken können, wenn es nicht regnet, größere Wanderungen nicht unternehmen, da sie schon nach 1½—2 Stunden infolge Austrocknens zugrunde gehen, während erwachsene oder halb erwachsene Nacktschnecken größerer Arten schon nach einer vierstündigen, im Schatten ausgeführten Wanderung infolge zu starken Wasserverlustes zum Kriechen unfähig werden. Die Nacktschnecken können also nur zu Zeiten wandern, in denen ihnen Gelegenheit geboten ist, den durch Verdunstung erlittenen Wasserverlust nach Belieben zu ersetzen, also nach einem Regen oder in taureichen Nächten.

Die Gehäuseschnecken erleiden während des Kriechens geringere Gewichtsverluste als die Nacktschnecken; mithin müßten sie auch größere Wanderungen unternehmen können als diese. Dem wäre auch so, wenn die Gehäuseschnecken nicht einen geringeren Austrocknungsgrad ertrügen als die Nacktschnecken, und wenn der Wasserverlust allein ausschlaggebend wäre und die Schnecken nicht ermüden würden.

Um zu ermitteln, nach welcher Zeit die Schnecken infolge Ermüdung zum Kriechen unfähig werden, stellte ich eine Reihe von Versuchen mit solchen Tieren an, die sich durch mechanische Reize zum Kriechen anregen lassen. Es sind das die *Limaces*. Streicht man ihnen mit einem Stäbchen, einem Grashalm usw. über den Rücken, besonders über das Schwanzende, so kriechen sie davon und lassen sich, zur Ruhe gekommen, durch weitere Reize wieder zur Lokomotion bewegen, während dies bei den *Arionen* und Gehäuseschnecken nicht der Fall ist. Sie reagieren negativ. Es zeigt sich also hier auch wieder der verschiedenartige Muskeltonus bei den *Limaces* einerseits und den *Arionen* und Gehäuseschnecken anderseits.

Limax cinereus und *Limax variegatus*, die ich zu meinen Versuchen benützte, krochen während der ersten halben Stunde lebhaft umher, kamen dann aber zur Ruhe; doch ließen sie sich durch mechanische Reize wieder zum Kriechen veranlassen. Allerdings wurde die Geschwindigkeit stetig kleiner, und nach rund einer Stunde kamen die Schnecken trotz der Reize nur noch sehr langsam vorwärts. Gewährte man ihnen eine Ruhepause von einer Stunde und reizte sie dann abermals, so krochen sie wieder weiter; brachte man sie aber an einen schattigen Ort und ließ sie ungestört, so blieben sie oft 20 und mehr Stunden liegen, ohne sich vom Platze zu bewegen.

Da die Schnecken nur 16 bis 18% ihres Gewichtes eingebüßt hatten, und der Fußdrüsenschleim sicher nicht aufgebraucht war, ist die nach einstündiger Wanderung eingetretene Erschlaffung auf Ermüdung der Tiere zurückzuführen.

Aus den Versuchen resultiert:

Nacktschnecken, die sich eine Stunde lang energisch fortbewegt haben, sind derart ermüdet, daß sie,

sich selbst überlassen, am gleichen Tage eine weitere Wanderung nicht unternehmen.

Gleiches dürfte für die Gehäuseschnecken zutreffen.

Meine Versuchstiere (*Limax cinereus* und *Limax variegatus*), die mit zu den schnellsten Schnecken gehören, legten in einer Stunde einen Weg von 6—7 m zurück.

Nehmen wir nun an, die Schnecken würden jeden Tag eine Strecke von 7 m zurücklegen, so könnten sie sich in 14 Tagen um 100 m, in einem Jahre aber um 2555 m von ihrem ursprünglichen Wohngebiet entfernen. Nun sind aber die Schnecken mindestens die Hälfte des Jahres infolge Trockenheit oder Kälte an ihr Versteck gebunden. Mithin könnten sie sich, wenn sie stets in gerader Linie fortkriechen und täglich einen Weg von 7 m zurücklegen würden, jährlich um 1277 m oder um rund 1,3 km von ihrem Ausgangspunkt entfernen. Obgleich diese Strecke, als Jahresleistung, eine relativ kleine ist, so wäre es den Schnecken doch möglich, in 100 Jahren eine Strecke von 130 km und in 1000 Jahren ein Gebiet von 1300 km Länge, und wenn sie sich von ihrem ursprünglichen Wohngebiete nach zwei entgegengesetzten Richtungen entfernten, eine Strecke von 2600 km durch aktive Wanderung zu besiedeln, vorausgesetzt, daß sich ihnen unüberwindliche Hindernisse nicht entgegenstellten.

Passiv gelangen die Schnecken in neue Wohngebiete durch fließendes Wasser und durch Verschleppung mit Handelsprodukten.

Wie bereits nachgewiesen, können die Nacktschnecken, je nach der Wassertemperatur, 5 Stunden bis 4 Tage, gedeckelte Weinbergschnecken sogar 8—9 Tage unter Wasser aushalten, ohne zugrunde zu gehen. Gelangte nun eine an Uferpflanzen kriechende Schnecke in rasch fließendes Wasser, so könnte sie stundenweit fortgeführt und in noch lebensfähigem Zustande ans Land gespült werden, wo sie sich nach einiger Zeit wieder erholte und, wenn günstige Bedingungen vorhanden wären, weiter lebte.

Bei dieser unfreiwilligen Talfahrt werden sämtliche Nacktschnecken, aber auch jene Gehäuseschnecken, welche die Lungenhöhle nicht prall mit Luft gefüllt haben, auf dem Boden fortgerollt

und an Steine angestoßen werden. Wegen ihres außerordentlich elastischen Körpers nehmen die Nacktschnecken dabei keinen Schaden, während bei den beschalten Schnecken das Gehäuse beschädigt werden kann. Doch wird dadurch der Tod des Tieres nicht herbeigeführt und seine Lebensdauer nicht beeinträchtigt, wenn die innern Organe unverletzt blieben.

Auch durch Hochwasser, hervorgerufen durch starke Regengüsse und Schneeschmelze, können die Schnecken in neue Wohngebiete geführt werden. Würden solche Regengüsse in Gegenden mit abschüssigem Gelände niedergehen, und würden nicht die Schnecken selbst, sondern die Eier von *Limaciden* und *Amalien*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum* fortgeschwemmt und an irgendeiner Stelle so abgesetzt werden, daß sie vor Vertrocknung geschützt wären, so könnten die Embryonen ihre Entwicklung vollenden. Und wären günstige Lebensbedingungen vorhanden, so könnten die den Eihüllen entschlüpften Jungen gedeihen und durch ihre Nachkommen das neue Wohngebiet besiedeln.

Bei den Nacktschnecken, die sich, wie ich nachgewiesen (41), durch Selbstbefruchtung vermehren können, genügte ein einziges Tier, um die betreffende Art an dem neuen Wohngebiet anzusiedeln.

In ferne Gegenden, ja sogar in überseeische Länder, können die Schnecken mit Handelsprodukten verschleppt werden.

Daß die meisten unserer Gehäuseschnecken trotz Wasser- und Futtermangels 10 bis 11 Monate währende Reisen mitmachen können, ohne Schaden zu nehmen, nimmt uns nicht wunder, nachdem wir wissen, daß sie 10 bis 11 Monate hungern und dürsten können und dann frisch aufleben, wenn ihnen Wasser und Futter zur Verfügung steht.

Aber auch die Nacktschnecken können 2—3 Monate währende Reisen ertragen, wenn sie sich in einem Versteck befinden, in dem sie gegen Vertrocknung geschützt sind, oder wenn sie unterwegs Gelegenheit zur Wasseraufnahme haben.

Selbst durch Verschleppung von Eiern, besonders der mit dicken Gallerthüllen versehenen, können die Landpulmonaten in entfernt liegenden Gegenden angesiedelt werden, wenn die Eier während der Reise gegen Vertrocknung geschützt sind, und der neue Ort für die ihnen entschlüpfenden Jungen geeignete Lebensbedingungen bietet.

Aus dem Gesagten erhellt, daß das Wasser der wichtigste Faktor für die geographische Verbreitung der Schnecken ist, sowohl für die aktive, wie für die passive.

ZWEITER TEIL.

Zuchtversuche.

Vorbemerkungen.

1. Zweck der Zuchtversuche.

Als ich im Jahre 1896 begann, mich mit den Nacktschnecken eingehender zu beschäftigen, fiel mir beim Studium der Literatur auf, daß man nicht wußte, wann die Schnecken geschlechtsreif werden, wie oft sie kopulieren und Eier absetzen, wie sich die Nachkommen eines bestimmten Muttertieres verfärben, und welches Alter die Schnecken erreichen.

Da diese Fragen durch planmäßige Zuchtversuche hätten gelöst werden können, solche aber bis dahin nicht unternommen worden waren, entschloß ich mich, selbst solche auszuführen.

Wohl hatte H. SEIBERT (96. 97) im Frühling 1872 verschiedenfarbige junge *Arionen* gesammelt und sie bis zur Verfärbung in großen, mit Moos gefüllten Gläsern gehalten, aber die Versuche nicht weiter durchgeführt; auch *Limax bielzi*, den er aus dem Ei zog, züchtete er nicht bis zur Eiablage.

Meine Zuchtversuche, die im Sommer 1899 begonnen und bis zum Oktober 1910 fortgeführt wurden, erstreckten sich hauptsächlich auf unsere Nacktschnecken; doch wurden daneben auch einige Arten von Gehäuseschnecken gezüchtet.

Die Nacktschneckenzucht umfaßte:

1. *Arion empiricorum* FÉR.,
2. *Arion simrothi* KÜNKEL,
3. *Arion subfuscus* DRAP.,
4. *Arion bourguignati* MAB. = *Ar. circumscriptus* JOHNST.,
5. *Arion hortensis* FÉR.,
6. *Arion minimus* SIMROTH = *Ar. intermedius* NORM.,
7. *Limax cinereoniger* WOLF,
8. *Limax cinereus* LISTER,
9. *Limax variegatus* DRAP. = *L. flavus L.*,
10. *Limax arborum* BOUCHE-CANTRAINE,
11. *Limax tenellus* NILSS.,
12. *Limax* (*Agriolimax*) *agrestis* L.,
13. *Amalia marginata* DRAP.

An Gehäuseschnecken wurden gezüchtet:

1. *Helix arbustorum* L.,
2. *Campylaea cingulata* Studer,
3. *Helix pomatia* L. und u. a. m.

Durch die Zuchtversuche wollte ich hauptsächlich ermitteln: welchen Einfluß Lufttemperatur und Feuchtigkeit auf die Embryonalentwicklung und die Verfärbung der Schnecken ausüben, mit welchem Alter sie geschlechtsreif werden, wie oft sie kopulieren und Eier absetzen, ob Selbstbefruchtung stattfindet, und welches Lebensalter die Tiere erreichen. Außerdem wollte ich feststellen, wie sich Farbe und Zeichnung vererben, wenn die Nachkommen eines bestimmten Muttertieres durch mehrere Generationen unter gleichen oder verschiedenen Bedingungen gehalten werden.

2. Schneckenställe.

Als Zuchtbehälter benützte ich verschiedengroße hölzerne Kisten, deren Deckel engmaschige Drahtnetze trugen. Die Kisten selbst durften weder Risse noch andere Öffnungen haben, und der Deckelrahmen, an dem das Drahtnetz befestigt war, mußte dicht auf dem sorgfältig gearbeiteten Kistenrand aufsitzen, um ein Entweichen bezw. ein Eindringen junger Schnecken zu verhüten.

Da, wie schon früher hervorgehoben, die Tränkung der Tiere dadurch vorgenommen wurde, daß man über der geschlossenen Kiste einen künstlichen Regen erzeugte, verzog sich der Deckel mit der Zeit etwas, und es entstanden zwischen ihm und dem Kistenrand kleine Spalten. Um auch solche Behälter noch für Zuchtversuche gebrauchen zu können, wurde dem Kistenrand ein dicker Filzstreifen aufgeleimt, bezw. mit dünnen Stiften aufgenagelt, und der Deckel mit mehreren Haken an der äußeren Wand befestigt.

Um ein Ansammeln von Wasser im Zuchtbehälter zu verhüten, wurde dessen Boden mehrfach durchlöchert. Die Öffnungen wurden mit engmaschigem Drahtnetz bedeckt.

In Anpassung an den Aufenthalt der Schnecken in der freien Natur erhielt der Kistenboden, je nach der Höhe der Kiste, einen 10—30 cm hohen Belag von Kalkerde oder Mergel, auf den einige

Kalksteinplatten und Rundhölzer so eingelegt wurden, daß sich die Schnecken zwischen ihnen verkriechen konnten. Ein Teil des Bodenbelags erhielt eine ziemlich starke Moosdecke. Das Moos selbst aber mußte zuvor gründlich gereinigt werden. Vor allem durfte es weder Pilzfäden noch niedere Tiere enthalten. Besiedelt wurde der Stall erst dann, wenn sein Bodenbelag nach mehrmaligem Begießen gleichmäßig durchfeuchtet war.

Die Nacktschnecken, *Campylaeen* und *Helix arbustorum* hielt ich hauptsächlich in einem für Zuchtversuche ganz vorzüglich geeigneten, großen, gewölbten Keller, dessen Boden einen mit einem Wasserablauf versehenen Zementbelag trug. Die Schneckenställe wurden aber nicht direkt auf den Zementboden gestellt, sondern auf Holzleisten und Lattengestelle. Die Kellerfenster wurden nur im Hochwinter geschlossen. Unter +5° C sank die Kellertemperatur nie.

Helix pomatia züchtete ich hauptsächlich in großen, verschließbaren Kisten, die in einem eingefriedigten Garten bis zu halber Höhe in die Erde eingegraben und durch Gebüsch gegen zu starke Besonnung geschützt waren.

Sollen die Schnecken gedeihen, so müssen die Ställe der Gehäuseschnecken alle 14 Tage, die der Nacktschnecken aber alle acht Tage gründlich gereinigt werden. Dabei sind nicht nur die noch vorhandenen Futterreste, sondern auch die Fäkalien zu entfernen.

Letztere bestehen entweder aus wurstförmigen, zusammenhängenden Massen, wie bei den *Limaces*, oder aus langen zylindrischen, wie bei den *Arionen*, *Amalien* und Gehäuseschnecken.

In den Ställen der gefräßigen Nacktschnecken sind die Fäkalien massenhaft anzutreffen nicht nur an den Wänden, Steinen und Hölzern, sondern auch auf, zwischen und unter dem Moose sowie auf dem Bodenbelag. Die Hölzer und Steine müssen abgewaschen werden. Wände, Moos und Bodenbelag reinigt man am besten mit zwei starken Löffeln.

Während der wärmeren Jahreszeit müssen die Nacktschnecken spätestens alle 3 Wochen neu hergerichtete Ställe erhalten.

Sind die Schnecken in den neuen Stall übergeführt, so wird der alte entleert, ausgewaschen, getrocknet und dann mit neuer Erde und frischem Moos gefüllt. Steine und Hölzer werden gut abgewaschen und dann wieder eingesetzt. Beim Auswaschen des Stalles ist darauf zu achten, daß sämtliche Schleimspuren, auch die an den Drahtnetzen, gründlich entfernt werden.

Man erkennt schon hieraus, daß eine planmäßig durchzuführende Nacktschneckenzüchtung viele Mühe macht, besonders dann, wenn gleichzeitig Tausende von Individuen vorhanden sind.

3. Pflege der Schnecken.

a) Behandlung der Eier während der Embryonalentwicklung.

Während der Embryonalentwicklung verblieben die Eier in der Regel nicht im Stalle der Muttertiere:

1. weil die *Arionen*-Eier zugrunde gingen, wenn man die Tiere, ihrem Bedürfnis entsprechend, durch Berieselung ihres Stalles tränkte;

2. weil sie ein Hindernis für die Reinigung des Stalles wären;

3. weil es sehr mühevoll wäre, die frisch geschlüpfte Nacktschneckenbrut, die sich mit Vorliebe in die Erde verkriecht, in einen neuen Stall überzuführen;

4. weil man nicht genau feststellen könnte, wie viele Eier eines Geleges sich entwickeln.

Bei den im Freien untergebrachten, in großen Kisten gehaltenen *Helix pomatia* wurden die Eier dem Stalle nicht entnommen.

Verblieben die Eier nicht im Zuchtbehälter des Muttertieres, so wurden sie während der Embryonalentwicklung in der Regel in feuchter Erde oder zwischen feuchtem Moos, zum Teil aber auch unter Wasser gehalten.

Manche wurden in der Tageshelle, andere in einem dunkeln Zimmer und wieder andere im Keller aufbewahrt.

Zweck dieser Variationen war, zu ermitteln, welchen Einfluß Licht, Lufttemperatur und Wasser auf die Embryonalentwicklung und die Verfärbung der Schnecken ausüben.

Eier von *Limaces* und *Campylaeen*, die während der Embryonalentwicklung im Tageslicht gehalten wurden, legte ich in farblosen Gläsern auf eine dünne Moosschicht, erzeugte vermittelst eines Zerstäubers einen kurzen Sprühregen mit temperiertem Wasser über ihnen, verschloß dann die Gläser mit weißer Gaze und stellte sie so auf, daß sie von der Sonne nicht beschienen werden konnten, da bei längerer Besonnung die Embryonen auch dann zugrunde gehen, wenn die Eier gegen Vertrocknung geschützt sind.

Um ein Schrumpfen und Vertrocknen der Eier zu verhüten, mußte in der wärmeren Jahreszeit täglich ein kurzer Sprühregen erzeugt werden. Selbstredend durfte dieser nicht so stark sein, daß die Eier ins Wasser zu liegen kamen.

Jene Eier, die ich in einem dunkeln Zimmer oder im Keller hielt, lagen in großen Gläsern zwischen feuchtem Moos. Einmal wöchentlich bespritzte ich dieses mit temperiertem Wasser, ließ aber stets alle Flüssigkeit ablaufen, die sich am Boden der Gläser ansammelte, da sich andernfalls infolge eintretender Fäulnis Säuren und Gase bilden, die der Embryonalentwicklung nicht förderlich sind.

Werden die Eier der *Arionen* und der *Helix pomatia* zu feucht gehalten, so platzen die Eihüllen; dagegen können die *Limaces*, *Amalien*, *Campylaeen* und *Helix arbustorum* die Embryonalentwicklung auch unter Wasser durchmachen; doch muß man dieses alle 3—4 Tage erneuern, damit sich keine Protozoen bilden.

Hatte ich die Eier in besonderen Ställen oder kleineren Behältern in Erde gesetzt, so mußte diese, um ein Vertrocknen der Eier zu verhüten, von Zeit zu Zeit angefeuchtet werden.

b) Behandlung der frischgeschlüpften Brut.

Haben die jungen Schnecken die Eihüllen verlassen, so gehen sie der Nahrung nach. Als solche dienen ihnen die Eihüllen und Moosblättchen, aber nur solange, bis ihnen zarter Kopfsalat oder

junge gelbe Rüben vorgesetzt werden, die man zum Teil zwischen Glas und Moos einschiebt, zum Teil dem letzteren auflegt.

Von nun an füttert man die Schneckchen täglich und erzeugt nach der Futtereinlage über dem Moose einen Sprühregen mit temperiertem Wasser, läßt aber stets die am Boden sich ansammelnde Flüssigkeit ablaufen.

Sind die Schneckchen 8 bis 14 Tage alt, so überführt man sie in größere Behälter. Ich benützte Zinkschachteln von 50 cm Länge, 12 cm Breite und 14 cm Höhe. Der Schachteldeckel war mit einem engmaschigen Drahtnetz versehen und mußte gut schließen, weil unbeschalte Schneckchen sich durch sehr enge Spalten hindurchzwängen können. Der Schachtelboden erhielt einen Belag von Kalkerde, über den eine Moosdecke gelegt wurde.

Mit einem Alter von 8—10 Wochen wurden die Schnecken in die bereits beschriebenen hölzernen Ställe gesetzt. Vorerst erhielten die Tiere einer Brut einen gemeinsamen Stall.

Gefüttert wurden die Nacktschnecken alle 2, die Gehäuseschnecken alle 4 Tage. Waren die von der letzten Fütterung zurückgebliebenen Futterreste sowie die gröbsten Kotmassen entfernt, die frischen Nahrungsmittel eingelegt und so im Stall verteilt, daß sich die Tiere beim Fressen gegenseitig nicht zu stören brauchten, so wurden die Behälter geschlossen und die Schnecken dadurch getränkt, daß man über ihrem Stalle einen kräftigen künstlichen Regen mit temperiertem Wasser (18—20° C) erzeugte.

Die im Freien untergebrachten Tiere erhielten erst nach Sonnenuntergang Futter und Wasser. In erster Linie mußte bei der Tränkung das verschiedene Wasserbedürfnis der einzelnen Arten berücksichtigt werden.

c) Nahrung.

Von ganz besonderer Bedeutung für das Gedeihen der Schnekken ist eine zweckmäßige Ernährung.

Nach den Angaben, die ich zu Beginn meiner Zuchtversuche in der Literatur (104 u. 22) vorfand, sind *Arion empiricorum*, *Ar.*

hortensis und *Ar. bourguignati* Kräuterfresser, *Arion subfuscus* und *Arion minimus* aber echte Pilzfresser. Vom *Ar. subfuscus* sagt Simroth (104. S. 286), daß er chorophylhaltiges Kraut verschmähe. Junge *Arion bourguignati* sind leidenschaftliche Obstliebhaber (104. S. 288).

Von den *Limaces* wurden als Pilzfresser bezeichnet (104): *L. cinereoniger*, *L. cinereus* und *L. tenellus*. Letzterer genieße niemals grüne Pflanzenkost. *Limax arborum* ernähre sich von Flechten, während *Limax variegatus*, der sich in Kellern, Küchen und Senkgruben aufhält, Vorratsabfälle genieße, und *Limax agrestis* Kräuterfresser sei. Nur ein einziges Mal sah Simroth (104. S. 325), wie einige *L. agrestis* an einem Regenwurm fraßen.

Die *Amalien* werden als echte Fleischfresser bezeichnet; sie seien aber insofern wählerisch, als sie nur ganz bestimmte *Helix*-Arten (darunter auch *Helix arbustorum*) fräßen, Nacktschnecken aber verschmähten.

Bei meinen Zuchtversuchen habe ich festgestellt:

Alle Nacktschnecken, auch jene, die reine Pilz- oder Fleischfresser sein sollen, verzehren gern: zarten Kopfsalat, frische, saftige gelbe Rüben, Wirsing und Makkaroni. Letztere wurden vor dem Einlegen in den Stall in kaltes Wasser getaucht.

Arion emp. ist ein Vielfraß. Außer den genannten Pflanzen verzehrte er Kohl, Obst und Blüten von Löwenzahn, aber auch zertretene Käfer sowie tote Nackt- und lebende Gehäuseschnecken. Junge *Ar. emp.* drangen in die Gehäuse der *Helix arbustorum* ein und fraßen die lebenden Tiere an und auf.

Arion simrothi, eine neue Art, die ich auf der hohen Moos im badischen Schwarzwald entdeckte und durch sechs Generationen züchtete, frißt wohl auch Pilze, bevorzugt aber Kopfsalat, Wirsing, gelbe Rüben und Makkaroni.

Arion subfuscus, der reiner Pilzfresser sein soll (22. 35. 104), zeitlebens aber nur mit Kopfsalat gefüttert wurde, gedieh so vorzüglich, daß er weder in der Körpergröße, noch in der Vermehrung hinter seinen Artgenossen zurückblieb, die neben Kopfsalat und gelben Rüben auch Makkaroni erhielten.

Auch der als reiner Pilzfresser bezeichnete *Arion minimus* gedieh bei Kopfsalat und gelben Rüben durch mehrere Generationen ganz vorzüglich. Erst die späteren Nachkommen erhielten Makkaroni.

Nicht nur die jungen *Arion bourguignati*, sondern auch die jungen *Arion hortensis* fressen gern Obst. Erwachsene *Ar. bourguignati* verzehrten tote *Limax agrestis* sowie zertretene *H. arbustorum* und fraßen erwachsenen, lebenden *Ar. empiricorum* die Hautrunzeln ab.

Limax cinereoniger fraß im ersten Lebensjahre viel Kopfsalat und gelbe Rüben. Gab ich ihm aber dann in mehreren aufeinanderfolgenden Wochen nur Makkaroni und dann wieder Kopfsalat und gelbe Rüben, so verschmähte er beide; mit Heißhunger aber wurden sie von solchen erwachsenen *Cinereoniger* verzehrt, die ich im Freien sammelte. Im Frühling, ehe es Pilze gibt, weiden die in der freien Natur lebenden jungen und alten Tiere die Flechtenüberzüge der Baumstämme ab. Die Fraßspur erwachsener *Cinereoniger* ist 3—4 cm breit. Geschlechtsreife *Limax cinereoniger*, die ich bei Kreuzungsversuchen zu gleichaltrigen *Limax cinereus* setzte — es wurden je 2 Schnecken in eine Kiste gesperrt —, wurden von letzteren an- und aufgefressen. Dasselbe Schicksal erfuhr *Arion empiricorum*, den ich mit *Limax cinereus* in einem gemeinsamen Stalle hielt. Gegenseitig griffen sich die *Cinerei* nicht an.

Man erkennt schon hieraus (andere Gründe werde ich später bringen), daß *L. cinereus* und *L. cinereoniger* verschiedene Arten sind, und daß sie zu Unrecht unter der Bezeichnung „*Limax maximus*“ zu einer Art zusammengefaßt werden.

Einjährige *Cinerei*, die mit geköpften *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger* gefüttert wurden, wuchsen zu wahren Riesenschnecken heran.

Limax tenellus, den man für einen reinen Pilzfresser hielt, fraß neben Kopfsalat, gelben Rüben und Makkaroni auch Wirsing.

Limax variegatus verzehrte neben den bei *L. tenellus* genannten Dingen auch Weißbrot, Butter und Schweinefett.

Limax agrestis, der nicht nur in Gemüsegärten, sondern auch auf den Feldern, ganz besonders an der Wintersaat und an Tabakkulturen, großen Schaden anrichtet, nimmt neben pflanzlicher auch Fleischnahrung zu sich. Bei meinen Versuchen fraß er tote *Limax cinereus* und lebende *Arion hortensis* so stark an, daß die Eingeweide heraushingen.

Amalia marginata, von der es hieß, sie ernähre sich ausschließlich von Fleisch, griff niemals die in ihren Stall gesetzten Nackt- und Gehäuseschnecken an und zwar auch dann nicht, wenn ihr Kopfsalat und Wirsing, die sie sehr gern frißt, vorenthalten wurden.

Die *Campylaeen* und *Helix arbustorum* erhielten dasselbe Futter wie die Nacktschnecken. *Helix pomatia* fraß mit Vorliebe Kohlblätter, Löwenzahn (*Leóntodon*) und Brennesseln.

Da ich auch bei den im Freien lebenden jungen Weinbergschnecken eine Vorliebe für Brennesseln beobachtete, nahm ich an, daß diese von besonderer Bedeutung für das Gedeihen der Schnecken sein müssen.

Bei Fütterungsversuchen, die ich mit zwei Gruppen frisch geschlüpfter *Helix pomatia* anstellte, blieben jene, die keine Brennnesseln erhielten, in Wachstum und Schalenbildung merklich hinter den mit Brennesseln gefütterten zurück.

Erwachsene *Helix pomatia*, die mit Brennesseln gefüttert wurden, erzeugten im Herbste kräftige Epiphragmen, während andere, die keine Brennesseln erhielten, im übrigen aber unter denselben Bedingungen gehalten wurden, weniger dicke oder keine Epiphragmen bildeten.

Bei den im Freien untergebrachten Schnecken konnte die Fütterung dadurch vereinfacht werden, daß man die Nährpflanzen in die Ställe einsetzte, vorausgesetzt, daß diese groß genug waren.

Wurden gelbe Rüben verfüttert, so mußten sie der Länge nach durchschnitten werden, weil junge Tiere, besonders junge Nacktschnecken, die äußere Haut nicht abnagen. Recht zarte gelbe Rüben braucht man nicht zu durchschneiden. *Arion simrothi*, *Arion subfuscus* und *Arion minimus* fressen sich in die Rüben ein,

höhlen sie aus und lassen nichts übrig als die Schale. Auch von erwachsenen Tieren wird diese nicht gern gefressen. Ebenso verschmähen die Schnecken alle jene Rüben, die infolge Wasserverlustes (Vertrocknung) nicht mehr vollsaftig sind.

Zum Schlusse sei bemerkt, daß die *Arionen* und die Gehäuseschnecken auch Erde fraßen. Ich habe das nicht nur gesehen, sondern auch an den Fäkalien solcher Tiere festgestellt, die ich vorübergehend in Behältern untergebracht hatte, die nur Kalkerde enthielten.

I. Kapitel.

Die Embryonalentwicklung.

1. Eifurchung.

Da die Eier an anderer Stelle eingehend beschrieben wurden, beschränke ich mich hier darauf, an einigen Beispielen zu zeigen, wie klein die Eizelle (der Keim) ist im Vergleich zu der sie umgebenden Eiweißmasse, bezw. zu dem mit seinen Hüllen versehenen Ei.

Unmittelbar nach der Eiablage maßen die prallen, kugeligen, bezw. länglichen Eier von:

1. *Arion minimus*	=	2 auf 1,5 mm,
2. *Helix pomatia*	=	5 auf 5 und 6 auf 6 mm,
3. *Limax variegatus*	=	8 auf 5; 7 auf 4 und 10 auf 6 mm,
4. *Limax cinereoniger*	=	4 auf 4; 4,5 auf 4,5; 7 auf 4,5 und 9 auf 5,5 mm,
5. *Campylaea cingulata*	=	2,5 auf 2,5 und 3 auf 3 mm.

Die kugeligen Eizellen selbst aber hatten einen Durchmesser von nur:

1. 0,080 mm	bei *Arion minimus*,
2. 0,100 „	„ *H. pomatia*,
3. 0,168—0,180 mm	„ *Limax variegatus*,
4. 0,196—0,210 „	„ *L. cinereoniger*,
5. 0,224—0,280 „	„ *Campylaea cingulata*.

Die Eier des *Limax variegatus* waren nach Wegnahme der äußeren Hüllen kugelig, und die größten hatten einen Durchmesser von 4 mm. Mithin betrug ihr Volumen 33,49 cmm, während die kugelige Eizelle einen Durchmesser von nur 0,180 mm und ein Volumen von 0,003052 cmm erreichte.

Das der äußeren Hüllen beraubte Ei war also 10 973mal so groß als die Eizelle.

Die dem Ei verbliebene innere Eihülle war 0,2 mm dick; mithin hatte die Eiweißkugel einen Durchmesser von 3,6 mm und ein Volumen von 24,42 cmm. Sie war also 8000mal so groß als die in ihr schwimmende Eizelle.

Sobald das Ei den Uterus verlassen hat, wird das erste, und unmittelbar darauf das zweite Richtungskörperchen abgeschnürt. In manchen Fällen waren diese fast wasserhell, während die Eizelle eine gelbliche oder gelblichweiße Farbe hatte.

Abnorm große Richtungskörperchen, wie sie nach Korschelt, E. und Heider, K. (52. c. S. 555 u. 556) bei *Limax* und *Arion* vorkommen sollen, konnte ich nie wahrnehmen.

Da, wo die Richtungskörperchen der Eizelle aufsaßen, senkte sich diese etwas ein. Bald darauf war eine ähnliche Einsenkung auch am entgegengesetzten Eipol wahrzunehmen, und schon nach einer halben Stunde hatte sich die Eizelle geteilt.

Die beiden ersten Furchungskugeln waren stets gleichgroß. Ungleichgroße Zellen, wie sie nach Blochmann (11) bei *Aplysia limacina* regelmäßig vorkommen, konnte ich nach der ersten Teilung bei den Landpulmonaten nie beobachten. Dagegen kam es, besonders bei den *Arionen*-Eiern, öfters vor, daß sich die beiden ersten Furchungskugeln nicht gleichzeitig weiter teilten. In der Regel hatte dann die eine Kugel die Teilung schon vollendet, ehe an der andern eine Einschnürung oder Einsenkung auftrat.

Ähnliche Beobachtungen hat Blochmann (10. S. 154) an den Eiern von *Neritina fluviatilis* gemacht, und er glaubt, daß diese Art von Teilung bei den Gastropoden ziemlich verbreitet sei, während Meisenheimer (81. S. 424) bei *Limax maximus* ungleichzeitige Teilung der beiden ersten Furchungskugeln nur einmal wahrnahm und sie deshalb für eine abnorme oder pathologische Erscheinung hält.

Ich selbst kann konstatieren, daß jene Eier, an denen ich ungleichzeitige Teilung beobachtete, sich ganz vorzüglich entwickelten, und daß die aus ihnen hervorgegangenen Schnecken sich durch nichts Besonderes von ihren Artgenossen unterschieden.

Erfolgte die Teilung der beiden ersten Furchungskugeln ungleichzeitig, so entfernten sich die beiden Teilprodukte jener

Kugel, die sich zuerst geteilt hatte, sehr weit voneinander (vergl. Figur 7), berührten sich aber wieder, sobald das Vierzellenstadium erreicht war.

Aus den Messungen, die unmittelbar nach der Eiablage und später vorgenommen wurden, ergab sich, daß die zwei ersten Furchungskugeln, ehe sie sich teilen, ihr Volumen vergrößern, also wachsen.

So hatte beispielsweise die Eizelle des *Limax cinereoniger* einen Durchmesser von 0,196 mm, mithin ein Volumen von 0,003940 cmm, während vor der zweiten Teilung jede der beiden ersten Furchungskugeln einen Durchmesser von 0,168 mm und demzufolge ein Volumen von 0,002481 cmm hatte. Wäre nach der ersten Teilung kein Wachstum erfolgt, so hätte jede Kugel ein Volumen von nur 0,001970 cmm haben müssen.

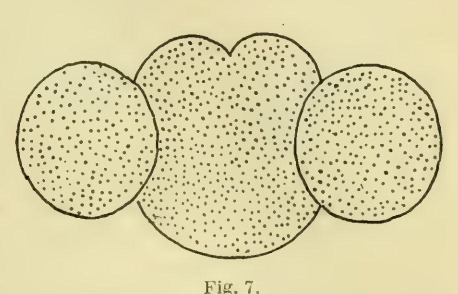


Fig. 7.
Ungleichzeitige Teilung der beiden ersten Furchungskugeln bei *Arion subfuscus*.

Wie sehr der Furchungsprozeß durch die Temperatur beeinflußt wird, zeigt die Tatsache, daß bei Eiern des *Limax cinereoniger*, die in Wasser von 22—25° C lagen, das Vierzellenstadium $1^1/_2$ Stunden nach der Ausstoßung der beiden Richtungskörperchen erreicht war, während bei Eiern desselben Geleges, die in Wasser von 10—12° gehalten wurden, hierzu 8 Stunden nötig waren.

2. Der Embryo.

Die Embryonalentwicklung ist, wie gesagt, von der Temperatur abhängig, vollzieht sich aber auch bei derselben Temperatur nicht bei allen Schneckenarten gleichschnell.

Im günstigsten Fall ist schon am vierten Tage nach der Eiablage ein Embryo mit Eiweißsack, Fußhöcker und Kopfblase vorhanden (Figur 9 u. 10, S. 300). Letztere, die im Vergleich zu den übrigen Teilen des Embryos sehr groß ist, wird nach

Meisenheimer (82. S. 574) bei *Limax maximus* unmittelbar nach vollendeter Gastrulation angelegt und kommt dadurch zustande, daß das Ektoderm sich vorn, seitlich und dorsal blasig erweitert, weil eine helle Flüssigkeit abgeschieden wird, die die ganze Blase erfüllt.

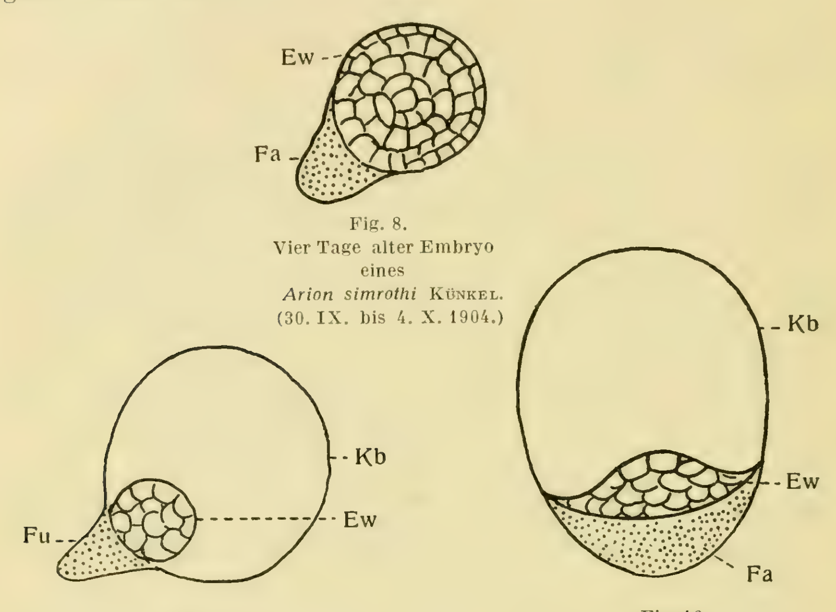


Fig. 8.
Vier Tage alter Embryo eines *Arion simrothi* Künkel. (30. IX. bis 4. X. 1904.)

Fig. 9.
Vier Tage alter Embryo eines *Limax cinereoniger*. (7.—11. VII. 1906.)

Fig. 10.
Vier Tage alter Embryo einer *Campylaea cingulata* Studer. (15. IV. bis 19. IV. 1908 im Arbeitszimmer gehalten.)

Ew = Eiweißsack. Fa = Fußanlage. Fu = Fuß. Kb = Kopfblase.

Embryonen von *L. tenellus* und *L. arborum*, die sich in der kühleren Jahreszeit entwickelten, waren nach 27—32 Tagen erst auf der Stufe des *Ar. simrothi* (Fig. 8) angekommen.

Nach meinen Beobachtungen bildet sich die Kopfblase bei sämtlichen *Arionen* sowie bei *Limax arborum*, *L. tenellus* und *L. agrestis* erst nach der Hervorwölbung des Fußhöckers. Auffallend zeigt sich das, wenn sich die Eier bei Temperaturen unter 15° C entwickeln. (Vergl. Figur 8.)

Nach weiteren zwei Tagen, also am 6ten Tage nach der Eiablage, waren alle Teile des Embryos bedeutend gewachsen (Figur 11). Eiweißsack und Kopfblase hatten sich vergrößert; Mantel und Schale waren angelegt, der Fuß hervorgewölbt und sein hinteres Ende kontraktil geworden. Somit war am 6ten Tage nach der Eiablage auch die Podocyste vorhanden.

Nach weiteren 2 Tagen, also am 8ten Tage nach der Eiablage, war die Podocyste stark vergrößert, führte sehr energische Kontraktionen aus und zeigte eine Menge sternförmiger, muskulöser Elemente.

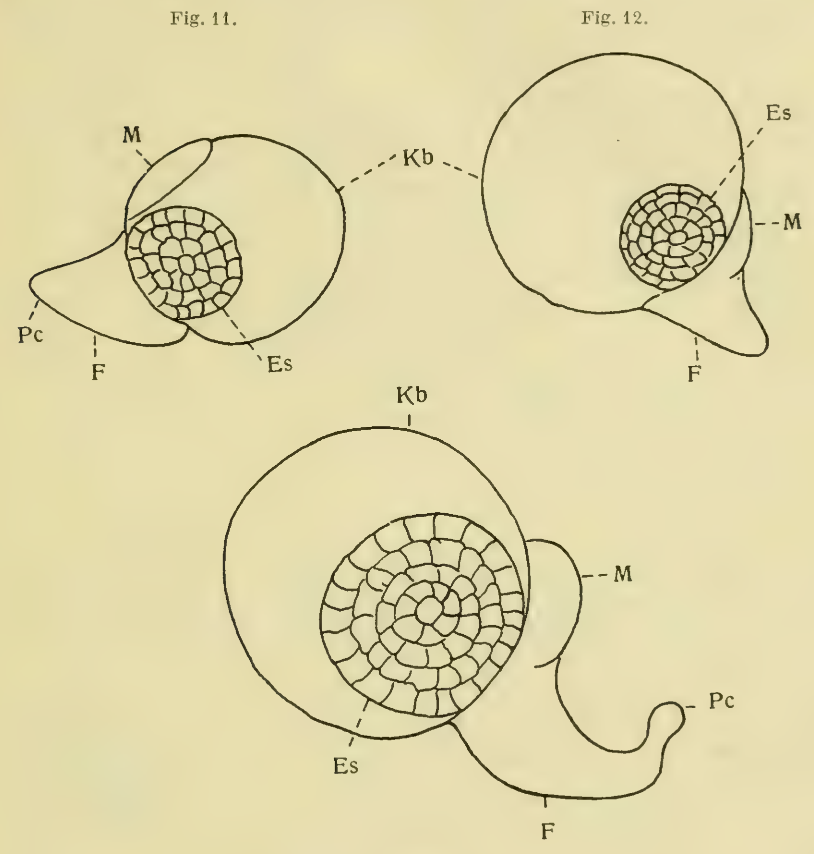


Fig. 11. Sechs Tage alter Embryo einer *Campylaea cingulata* (15.—21. IV. 1908).
Fig. 12. Acht Tage alter Embryo eines *Arion simrothi* Künkel (30. IX. bis 8. X. 1904).
Fig. 13. Acht Tage alter Embryo eines *Arion empiricorum* (15.—23. IX. 1906).

Es = Eiweißsack. F = Fuß. Kb = Kopfblase. M = Mantel.
Pc = Podocyste (Fußblase).

Auch der Mantel hatte sich bedeutend vergrößert, und zwischen ihm und dem Eiweißsack war ein schlauchförmiges Gebilde wahrzunehmen, das kräftige Kontraktionen ausführte.

Nach abermals 2 Tagen, also am 10ten Tage nach der Eiablage, hatte bei *Campylaea* die Podocyste ihre Maximalgröße

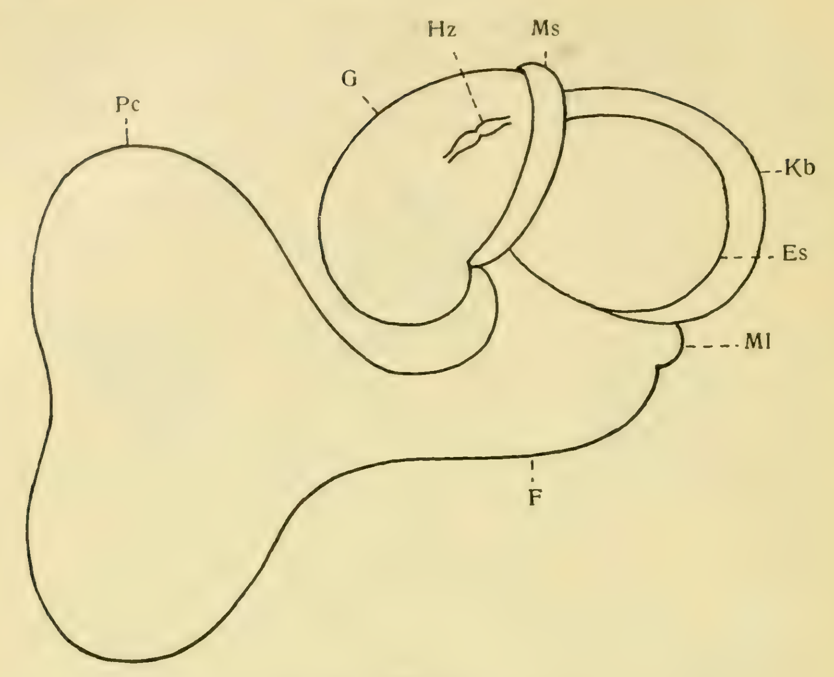


Fig. 14.
Zehn Tage alter Embryo einer *Campylaea cingulata.* (15.—25. IV. 1908.)

Es = Eiweißsack. F = Fuß. G = Gehäuse. Hz = Herz. Kb = Kopfblase. Ml = Mundlappen. Ms = Mantelsaum. Pc = Podocyste.

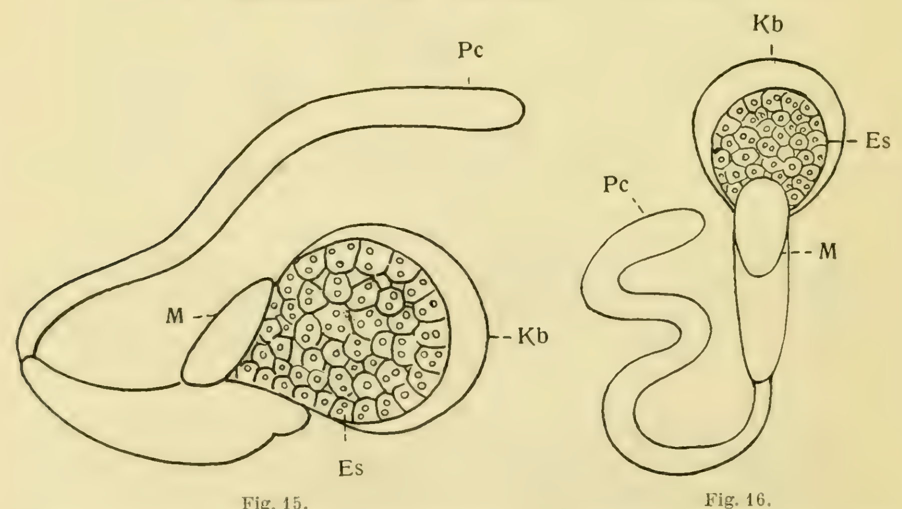


Fig. 15.
Elf Tage alter Embryo eines *Arion subfuscus.* (21. VI. bis 2. VII. 1904).
Die Podocyste hat ihre Maximallänge erreicht.

Fig. 16.
Fünfzehn Tage alter Embryo eines *Arion empiricorum* (11. VIII. bis 26. VIII. 1904) von oben gesehen.

Es = Eiweißsack. Kb = Kopfblase. M = Mantel. Pc = Podocyste.

erreicht; die Kopfblase aber war kleiner geworden (Figur 14). Aus dem kontraktilen Schlauch hatte sich ein lebhaft pulsierendes, aus Kammer und Vorkammer bestehendes Herz gebildet, und die Embryonalschale war deutlich wahrzunehmen, während der Mantel nur noch als schmaler, vor der Schale gelegener Wulst sichtbar war.

Der Eiweißsack war nun zum Teil in die Embryonalschale eingezogen. Die Mundlappen (Lippentaster) waren deutlich zu sehen, und Schluckbewegungen konnten wahrgenommen werden.

Trotz kräftigster Pulsation des Herzens (es führte in der Minute 72 Kontraktionen aus), war die große Fußblase noch in vollster Tätigkeit. Ihre Kontraktionen, die sehr an peristaltische Bewegungen erinnern, waren sehr kräftig, erfolgten aber nicht, wie die des Herzens, in einem gleichmäßigen Tempo.

Arion subfuscus und *Ar. emp.* waren nach 11—15 Tagen auf dieser Entwicklungsstufe angekommen (siehe Figur 15 u. 16).

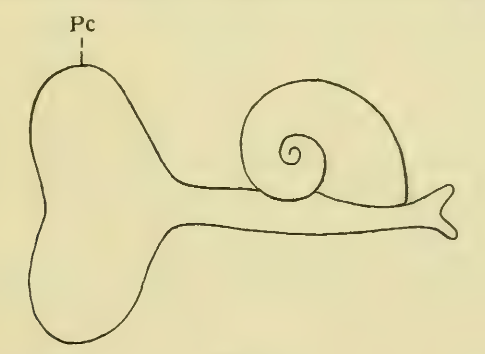


Fig. 17.

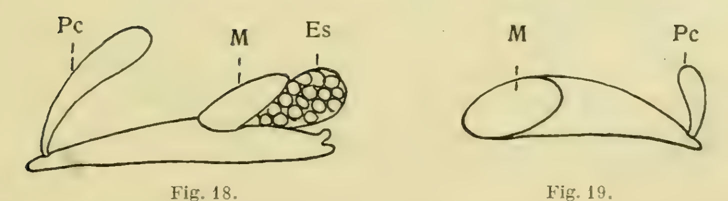


Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 17. Vierzehn Tage alter Embryo (15.—29. IV. 1908) einer *Campylaea cingulata*. Der Eiweißsack ist in den Körper eingezogen.

Fig. 18. Vierzehn Tage alter Embryo (21. VI. bis 5. VII. 1904) eines *Arion subfuscus*. Die Kopfblase ist verschwunden, und der Eiweißsack ist zum größten Teil in den Körper eingezogen. Die Fußblase (Podocyste) ist bedeutend kleiner geworden.

Fig. 19. Derselbe wie Fig. 18, nur 2 Tage älter. Der Eiweißsack ist in den Körper eingezogen und die Podocyste bis auf einen kleinen Rest verschwunden.

Es = Eiweißsack. M = Mantel. Pc = Podocyste.

14—16 Tage nach der Eiablage war — im günstigsten Fall — von der Kopfblase nichts mehr zu sehen. Ihr Inhalt, eine wasserhelle Flüssigkeit, war verschwunden, und die Blasenhaut selbst hatte sich dem Eiweißsack aufgelagert, der unterdessen auch recht klein geworden oder schon ganz verschwunden war (Fig. 17, 18, 19, S. 303).

Bei den Nacktschnecken war der Eiweißsack im Nacken des Embryos, also zwischen Mantel und Kopf, in den Körper eingezogen (siehe Fig. 18), bei den Gehäuseschnecken dagegen in die Embryonalschale verlagert worden (Fig. 17). Letztere war indessen zu einem gewundenen Gehäuse geworden und hatte auch den Mantelwulst in sich aufgenommen.

Die Podocyste hatte sich verkleinert, aber von ihrer Kontraktionsfähigkeit nichts eingebüßt. Die am Abschluß der Embryonalentwicklung stehenden Schneckchen krochen mit ausgestülpten Ommatophoren in den Eihüllen umher und fraßen das noch vorhandene Eiweiß auf. Das Augenpigment war noch nicht schwarz, sondern violett.

Der in Figur 21 S. 305 abgebildete Eiweißsack wurde dem in Figur 20 dargestellten Embryo einer *Amalia marginata* entnommen. Er war zum größten Teil schon in den Körper eingezogen und mit wasserhellen, kugeligen Zellen angefüllt.

Auf der Radula des Embryos waren die Mittel- und Seitenzähne ausgebildet; die Randzähne aber fehlten noch.

18 bis 20 Tage nach der Eiablage war im günstigsten Fall auch die Schwanzblase resorbiert, und die Schneckchen verließen die Eihüllen. Abgeworfen, wie Meisenheimer (82. S. 576) angibt, wird die Podocyste nicht. Auch wird sie gegen Ende des Embryonallebens der Schnecken nicht schlaff, sondern bleibt prall und kontraktil, bis der letzte Rest verschwunden ist.

Podocyste und Kopfblase.

Die Podocyste, eine ektodermale Hervorwölbung des embryonalen hinteren Fußrandes, entsteht nach der Kopfblase und hat im günstigsten Fall am 10ten Tage nach der Eiablage ihre Maximalgröße erreicht.

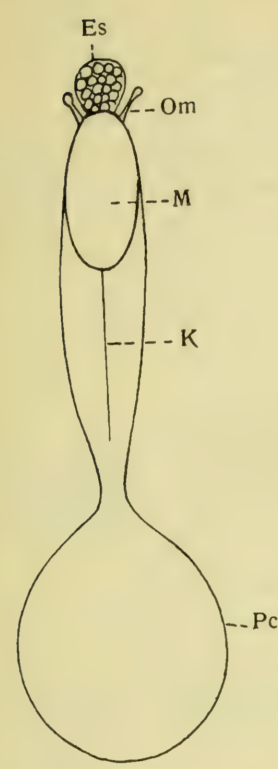


Fig. 20.
Vierzig Tage alter (29. X. bis 8. XII. 1904) Embryo einer *Amalia marginata*. Eiweißsack fast eingezogen. Podocyste, die bereits sehr klein geworden, ist nach hinten umgelegt. Es = Eiweißsack. K = Kiel. M = Mantel. Om = Ommatophoren. Pc = Podocyste (Fußblase).

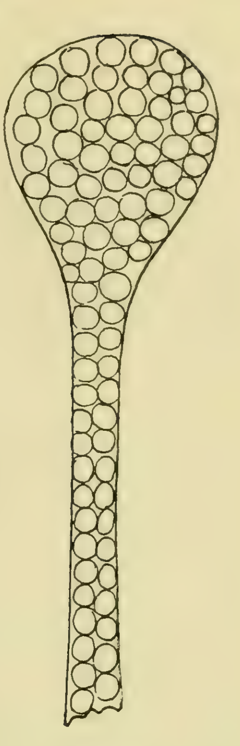


Fig. 21.
Der mit einer Pinzette herausgezogene, mit wasserhellen Eiweißkugeln gefüllte Eiweißsack des in Fig. 20 abgebildeten Embryos.

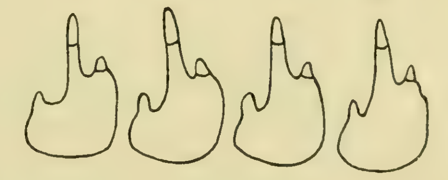


Fig. 22.
Teil einer Zahnreihe der Radula des in Fig. 20 abgebildeten Embryos. Die Randzähne sind noch nicht vorhanden.

Bei *Helix pomatia*, *H. arbustorum*, *Campylaea cingulata*, *Fruticicola fruticum*, *Fr. incarnata*, *Amalia marginata* und sämtlichen *Limaces* ist sie eine flache, breite durchsichtige Blase, die sich über den Rücken des Embryos schlägt und diesen, wenn sie ihre Maximalgröße erreicht hat, vollständig bedeckt.

Obgleich die Grundform der Podocysten genannter Schneckenarten dieselbe ist, zeigen sich doch auch merkliche Unterschiede:

So ist die ausgewachsene Podocyste von *Limax cinereoniger*, *L. cinereus* und *L. variegatus* so breit als lang, die von *Limax arborum*, *L. tenellus* und von *Amalia marginata* aber länger als breit, also löffelförmig, während sie bei *Campylaea*, *Fruticicola* und *Helix arbustorum* breiter ist als lang, am Hinterrand eine kleine Einbuchtung hat und deshalb herzförmig erscheint. Vergl. Fig. 14, 17, 20, 23.

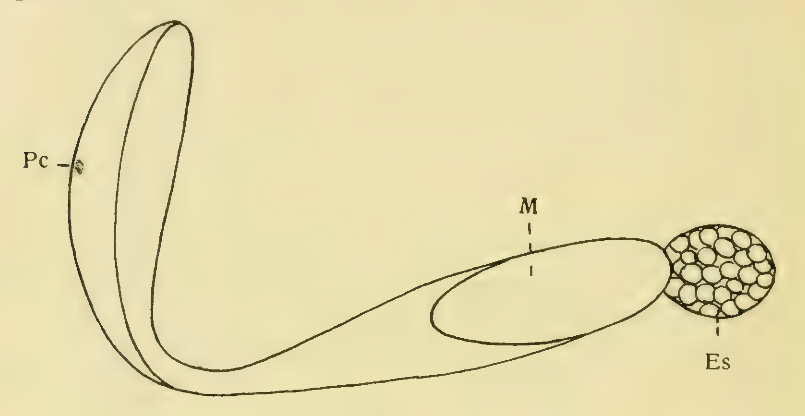


Fig. 23.

Einhundert Tage alter Embryo eines *Limax arborum* (30. XI. 1904 bis 10. III. 1905). Zwölf Tage später schlüpfte das Schneckchen aus. Es = Eiweißsack; zum größten Teil in den Körper eingezogen. Die Kopfblase ist schon verschwunden. M = Mantel. Pc = Podocyste.

Eine auffallend andere Gestalt hat die Podocyste der *Arionen;* sie ist:

1. Schlauchförmig und, wenn sie ausgewachsen ist,
   a) länger als der Embryo einschließlich der Kopfblase bei: *Arion empiricorum*, *Ar. simrothi* und *Ar. subfuscus;*
   b) kürzer als der Embryo einschließlich Kopfblase bei: *Ar. hortensis* und *Ar. bourguignati.*
2. Birnförmig und kürzer als der Embryo einschließlich der Kopfblase bei: *Ar. minimus.*

Die längste Podocyste hat *Arion empiricorum.* Als ich sie zum erstenmal sah (siehe Figur 16), hielt ich sie für einen großen Rundwurm, also für einen Parasiten; denn nach der Abbildung Fols (27) hatte ich mir unter der Schwanzblase des *Arion empiricorum* ein kürzeres zylindrisches Gebilde vorgestellt.

Wie bekannt, führt die Podocyste wellenförmige und peristaltische Bewegungen aus. Bei Temperaturerniedrigung, hervorgerufen durch Einlegen der Eier in Wasser, werden die Kontraktionen verlangsamt oder sistiert. Gibt man dann angewärmtes Wasser zu, oder erwärmt man das anfänglich beigegebene, so stellen sich die Kontraktionen wieder ein und werden mit steigender Temperatur rascher und energischer; doch vermindert oder verliert sich die Bewegungsfähigkeit wieder, wenn das Wasser über 28⁰ C erwärmt wird. Wie alle Lebensäußerungen der Schnecken, so werden also auch die der Podocyste von der Temperatur beeinflußt.

Wie schon Gegenbaur (31. S. 30) feststellte, werden die Kontraktionen der Podozyste durch sternförmig verästelte Muskelzellen bewirkt, „welche die Blase senkrecht in ziemlich regelmäßigen Intervallen durchsetzen."

Trennt man die Podocyste vom Embryo ab, so behält sie ihre Kontraktionsfähigkeit noch längere Zeit bei. Noch besser als bei *Limax agrestis*, bei dem dies Gegenbaur (31. S. 7) beobachtete, läßt sich dies an der ausgewachsenen Podocyste des *Arion empiricorum* beobachten. Schützt man sie gegen Vertrocknung, so führt sie noch stundenlang nach ihrer Ablösung vom Embryo peristaltische Bewegungen aus; kommt sie zur Ruhe, so kann man sie durch mechanische Reize wieder zur Bewegung veranlassen.

Das Verhalten der abgetrennten Podocyste erinnert lebhaft an das Verhalten der lokomotorischen Fußmuskulatur dekapitierter Nacktschnecken:

Limaces, denen ich den Kopf und damit das ganze Zentralnervensystem amputierte (59), zeigten selbst nach mehreren Stunden noch regelmäßig fließende Fußwellen.

Wurde der Schneckenkörper durch mehrere Querschnitte in größere oder kleinere Teilstücke zerlegt, so verliefen auch in ihnen die Fußwellen noch regelmäßig. Das Schwanzstück des *Limax tenellus*, in dem sich die Fußwellen geradezu jagten, bewegte sich mit auffallend größerer Geschwindigkeit fort als das unverletzte Tier.

Kamen die Fußwellen in den Teilstückchen zur Ruhe, so konnten sie wieder hervorgerufen werden, indem man den Rücken oder die Seiten der Stückchen mechanisch reizte.

Daraus, daß die Fußwellen auch in den blutleeren Teilstückchen regelmäßig verlaufen, folgt, daß die Wellenbewegung nicht auf einer Blutströmung beruht, wie Sochaczewer (113) annahm, sondern durch Muskeltätigkeit hervorgebracht wird, wie Simroth (103) angab.

Weil man in den Teilstückchen das Wellenspiel dadurch hervorrufen kann, daß man den Rückenteil mechanisch reizt, so schloß ich, daß zwischen den von Havet (107. S. 857) in der Haut von *Limax* aufgefundenen Nervenzellen und den im Nervennetz des Fußes gelegenen Ganglien bisher unbekannte, also noch zu suchende Verbindungen bestehen müssen.

Meine Versuchsergebnisse, die im Gegensatz zu den bei *Aplysia* und *Helix pomatia* gewonnenen Resultaten stehen, wurden von Bethe (5), Biedermann (9) und Jordan (46) bestätigt.

Biedermann, der daraufhin das Nervensystem der Nacktschnecken einer gründlichen Untersuchung unterzog, stellte fest, daß die ganze Haut der Schnecken von einem ganglienreichen Nervennetz durchzogen ist, das auch in den kleinsten Teilstückchen mit dem der Sohle in Verbindung steht.

Kopf- und Schwanzblase sind mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllt, dem embryonalen Blute, in dem sich kugelige, farblose Zellen befinden, die nach Gegenbaur (31. S. 7) embryonale Blutkörperchen sind. Um sie zu beobachten, öffnet man die Schwanzblase auf einem Objektträger und betrachtet die ausgelaufene Flüssigkeit bei starker Vergrößerung.

Bewegt wird das Blut nach Gegenbaur (31) dadurch, daß sich Kopf- und Schwanzblase abwechslungsweise kontrahieren und expandieren.

Wie bereits erwähnt, wird die Kopfblase früher als die Schwanzblase angelegt. Bewegungen zeigen sich an ihr aber erst, wenn die Kontraktionen der Schwanzblase einsetzen. Je kräftiger letztere sind, desto stärker sind auch die Expansionen der Kopfblase. Daraus schließe ich, daß sich die Kopfblase nicht aktiv bewegt, wie Gegenbaur (31. S. 39) annimmt, sondern passiv. Kontrahiert sich die Schwanzblase, so wird die Kopf-

blase durch das in sie eingepreßte Blut ausgedehnt, und expandiert sich die Schwanzblase, so saugt sie Blut in sich ein, und das Kopfblasenepithel senkt sich.

Auffallend stark sind die Bewegungen der Kopfblase bei den Embryonen von *Limax agrestis;* aber auch bei *Limax arborum*, *L. tenellus*, *Campylaea* und *Helix arbustorum* kann man sie deutlich sehen, obgleich sie weniger kräftig sind als bei *L. agrestis.*

Nach Gegenbaur's Ansicht (31), der man allgemein zustimmt, dient die Schwanzblase nicht nur zur Blutbewegung, sondern auch zur embryonalen Atmung.

Wie bereits erwähnt, ist die Kopfblase schon verschwunden, bevor die Schwanzblase merklich kleiner geworden ist; einige Tage vor dem Ausschlüpfen der Jungen ist aber auch von ihr nichts mehr zu sehen.

Nach dem, was über die Bedeutung des Wassers für das Blut, die Eiablage und die Embryonalentwicklung ausgeführt wurde, ist das embryonale Blut sehr wasserreich. Obgleich die Embryonen in die Eihüllen eingeschlossen sind, wird ein Teil des Wassers verdunsten und deshalb das Blutvolumen geringer werden, während der Rest in das unterdessen ausgebildete Gefäßsystem aufgenommen und den Geweben zugeführt werden dürfte, ähnlich, wie ich das beim Gang des von den Schnecken getrunkenen Wassers angegeben habe.

Die Rückbildung der Kopf- und Schwanzblase wäre demnach auf Wasserverdunstung, hauptsächlich aber darauf zurückzuführen, daß das embryonale Blut in das Gefäßsystem aufgenommen und von hier aus den Geweben zugeführt wird.

Das Epithel der entleerten Kopfblase legt sich an den Eiweißsack an und wird mit ihm in den Körper eingezogen. Nach Gegenbaur (31. S. 17) geht aus dem Eiweißsack die Leber hervor. Nach Meisenheimer (82. S. 654) bildet sich letztere aber nur zum geringeren Teil aus dem eigentlichen Eiweißsacke, zum größeren vielmehr aus zwei Ausstülpungen des Magens.

Was aus der Schwanzblase wird, konnte ich nicht beobachten. Sie wird wohl kleiner und kleiner, bleibt aber prall und

kontraktil, bis der letzte Rest verschwunden ist. (Siehe Figur 19, 23, 24.) Es scheint, als ob auch sie in den Körper der jungen Schnecke einbezogen würde.

Bei den *Limaces*, *Amalien* und *Heliciden* bildet die Schwanzblase eine Verlängerung des Fußes (siehe Fig. 14, 20 u. 23), während sie bei den *Arionen* an der Stelle inseriert, wo sich beim fertigen Tier die Schwanzdrüse befindet. (Siehe Figur 18, 19, 24.)



Fig. 24.
Zwanzig Tage alter Embryo eines *Arion simrothi* Künkel (30. IX. bis 20. X. 1904). Von Eiweißsack und Podocyste sind nur noch Reste vorhanden. Es = Eiweißsack. Pc = Podocyste.

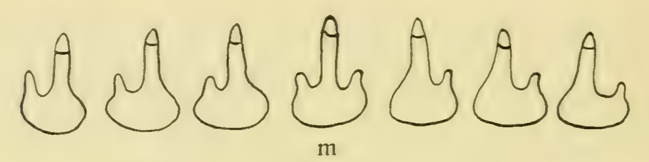


Fig. 25.
Eine Zahnreihe der Radula des in Fig. 24 abgebildeten Embryos von *Arion simrothi* Künkel.

Die Randzähne sind noch nicht gebildet.

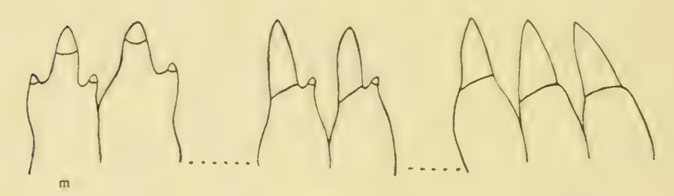


Fig. 26.
Zahnkomplexe aus der Hälfte einer Zahnreihe der Radula eines einjährigen *Arion simrothi* Künkel.

m = Mittelzahn.

Leydig (77. S. 226) wollte es scheinen, als ob die Entstehung der Schwanzdrüse der Arionen mit der Zurückbildung und dem endlichen Schwund der Schwanzblase in Beziehung stehe.

Simroth (112. S. 306) hält den Kiel des *Limax maximus* für einen Schrumpfungsrest der Podocyste.

Der Fuß

wird nach F. Schmidt (95. S. 331) paarig angelegt und wird erst nach Verschluß des trennenden Spaltes zum unpaaren Organ.

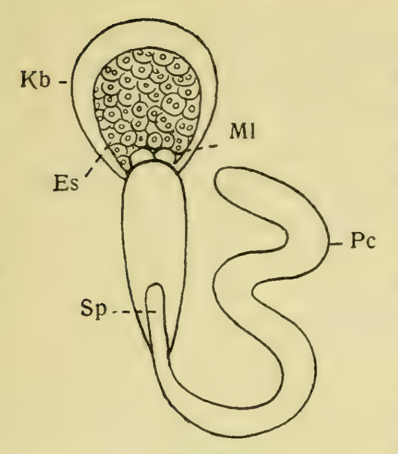


Fig. 27.
Fünfzehn Tage alter Embryo eines *Ar. empiricorum* mit großer Podocyste und kleinem Fußspalt.

Meisenheimer (82. S. 577) konnte bei *Limax maximus* nicht nachweisen, daß der Fuß aus zwei Höckern hervorgeht. Nur bei etwas älteren, 7—8 Tage alten Embryonen bemerkte er an der hinteren Fußspitze eine Zweiteilung.

Auch ich bemerkte bei *Arionen* und *Limaces* die Zweiteilung des Fußes erst bei älteren Embryonen. (Siehe Figur 27, 28 und 29.)

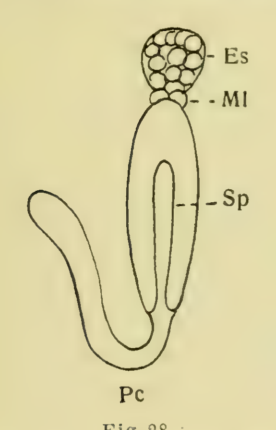


Fig. 28.
19 Tage alter Embryo eines *Arion empiricorum*. Die Kopfblase ist verschwunden und der Eiweißsack zum größten Teil in den Körper eingezogen. Podocyste kleiner, Fußspalt länger als bei dem jüngeren Embryo (Fig. 27).

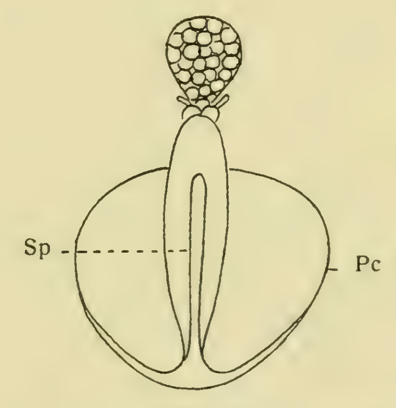


Fig. 29.
Siebzehn Tage alter Embryo eines *Limax cinereoniger*.

Fig. 27—29: Embryonen von unten gesehen, um die scheinbare Zweiteilung des Fußes zu zeigen.

Es = Eiweißsack. Kb = Kopfblase. Ml = Mundlappen. Pc = Podocyste. Sp = scheinbarer Spalt.

Das Auffallendste dabei war, daß sich der scheinbare Spalt mit zunehmendem Alter der Embryonen von hinten nach vorn verlängerte. So reichte er bei einem 15 Tage alten, noch mit Kopfblase versehenen Embryo des *Arion empiricorum* nicht bis zur Fußmitte, nach 19 Tagen aber, als die Kopfblase verschwunden und die Schwanzblase kleiner geworden war, fast bis an das vordere Fußende. Es sah aus, als ob die Schwanzblase in den Fuß

eingestülpt und zur Bildung der lokomotorischen Fußmuskulatur verwendet würde. Tatsächlich krochen die Schneckchen 1—2 Tage später auch im Ei umher.

Eingehendere Untersuchungen konnte ich leider darüber nicht anstellen, weil mir damals Thermostat und Mikrotom nicht zur Verfügung standen und mir später die nötige Zeit fehlte.

Rotation der Embryonen.

Daß die Embryonen in dem sie umgebenden Eiweiß rotieren, hat schon L. G. Carus (19a u. 19b) im Jahre 1824 bei der Teichhornschnecke (*Lymnaeus*) und im Sommer 1825 und 1826 bei *Paludina vivipara* beobachtet. Er (19b S. 771) glaubte, „daß die Kraft, durch die der Embryo bewegt wird, die Anziehung und Abstoßung sei, welche der Embryo im ganzen, und gewisse Teile desselben insbesondere, gegen die Eiflüssigkeit ausüben."

Gegenbaur (31. S. 4) stellte fest, daß die Rotation der Embryonen von Cilien der Körperoberfläche bewirkt wird.

Nach meinen Beobachtungen wechselt die Drehungsebene ständig; stets aber bewegt sich der Embryo so, daß die Kopfblase vorausgeht. Durch Temperaturerniedrigung konnte die Rotation verzögert oder sistiert, durch Temperaturerhöhung oder starke Belichtung aber sehr beschleunigt werden. Es machte den Eindruck, als ob sich die Embryonen der starken Erwärmung bezw. Belichtung zu entziehen suchten. Wurde das Experiment längere Zeit fortgesetzt, so starben sie ab.

Die Rotation beginnt nach vollendeter Gastrulation, vollzieht sich aber auch noch, wenn Kopf- und Schwanzblase vorhanden sind. Ist die Kopfblase verschwunden, der Eiweißsack bis auf einen Rest in den Körper eingezogen und die Schwanzblase kleiner geworden, so kriechen die Schneckchen im Ei umher.

3. Dauer der Embryonalentwicklung.

Die Embryonalentwicklung ist von der Temperatur abhängig und verläuft bei 18—25° C am raschesten, aber nicht bei allen Eiern desselben Geleges gleichschnell.

Je nach der Temperatur währte sie bei:

a)	*Arion empiricorum*	27—32	Tage	
		39—42	,,	
		67—75	,,	
		100—120	,,	
b)	*Arion simrothi*	28—32	,,	
	usf. wie bei *Ar. emp.*			
c)	*Arion subfuscus*	22—27	,,	
		30—34	,,	
		80—100	,,	
d)	*Arion hortensis*	19—21	,,	
		22—24	,,	
		30—34	,,	usf.
e)	*Arion bourguignati*	18—20	,,	usf.
f)	*Arion minimus*	17—20	,,	
		25—28	,,	usf.
g)	*Limax cinereoniger*	19—21	,,	
		22—24	,,	
h)	,, *cinereus*	wie bei *cinereoniger*		
i)	,, *variegatus*	20—22	Tage	
		30—32	,,	
		43—47	,,	
j)	,, *arborum*	24—26	,,	
		36—40	,,	
		112—120	,,	
k)	,, *tenellus*	20—24	,,	
		44—46	,,	
		98—109	,,	
l)	,, *agrestis*	27—30	,,	
		45—50	,,	
		110—120	,,	

m) *Amalia marginata*	37—39	Tage
	40—46	,,
	52—54	,,
	113—131	,,
n) *Campylaea cingulata*	18—20	,,
	22—25	,,
o) *Helix arbustorum*	wie bei *Campylaea*	
p) *Helix pomatia*	25—30	Tage.

Wurden die Eier erst im Herbst abgelegt, und wurden sie im Keller belassen, so währte die Embryonalentwicklung, die in der wärmeren Jahreszeit in 24—26, 27—30 oder 37—39 Tagen vollendet war, 112—120 bezw. 113—131 Tage.

Die Entwicklung ging auch während des Winters vor sich, aber viel langsamer als in der wärmeren Jahreszeit. So war der Embryo eines *Limax arborum* nach 100 Tagen (30. XI. 1904 bis 10. III. 1905) auf derselben Stufe angekommen, die er bei einer Temperatur von 18—25° C in 18—19 Tagen erreicht hätte. Die Kopfblase war verschwunden, also entleert, und der Eiweißsack zum größten Teil eingezogen; die Schwanzblase aber war noch relativ groß und löffelförmig. (Siehe Figur 23.)

Wurden die Eier von *Limaces* und *Amalien* während der Embryonalentwicklung unter Wasser gehalten, so verlief sie etwas langsamer als bei den zwischen feuchtem Moos sitzenden, aber im gleichen Raume untergebrachten Eiern. Ausgeführt wurden diese Versuche allerdings nur in der wärmeren Jahreszeit oder im geheizten Zimmer.

4. Das Ausschlüpfen der Jungen.

Ist der letzte Rest der Schwanzblase verschwunden und das im Ei vorhandene Eiweiß aufgezehrt, so verlassen die jungen Schneckchen die Eihüllen. Gesprengt, wie Gegenbaur (31. S. 9) angibt, wird sie aber nur bei den Gehäuseschnecken und den *Arionen*, nicht aber bei den *Limaces* und *Amalien*. Letztere befreien sich dadurch, daß sie ein Loch in die Eihülle fressen. Hier und da

kommt es vor, daß dieses zu klein ist, oder daß die Schnecken, von denen schon ein Teil des Vorderkörpers aus dem Ei hervorragt, keinen festen Fuß fassen können, deshalb in der Öffnung stecken bleiben und zugrunde gehen, wenn man sie nicht aus ihrer Zwangslage befreit.

5. Embryonalentwicklung von Helix pomatia unter besonderen Bedingungen.

Durch Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken, die in den Jahren 1901—1910 ausgeführt wurden, sollte ermittelt werden, ob sich die Linksdrehung vererbt. Die Schnecken vermehrten sich gut, erzeugten aber ausschließlich rechtsgewundene Nachkommen, und auch diese brachten ausnahmslos wieder Rechtsschnecken hervor.

Nicht nur jene linksgewundenen Stammeltern, die in erwachsenem Zustande gesammelt wurden, erzeugten ausschließlich rechtsgewundene Nachkommen, sondern auch jene, die in unerwachsenem Zustande eingebracht wurden, also zuvor mit einer Rechtsschnecke nicht kopuliert haben konnten[1].

Auch Arnold Lang (66 u. 68) erhielt von linksgewundenen Stammeltern und deren Nachkommen ausschließlich rechtsgewundene Individuen.

Zu demselben Ergebnis war schon Johann Hieronymus Chemnitz (20) gekommen, der in den Jahren 1760 und 1779—1781 Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken angestellt, die Jungen aber nicht weiter gezüchtet hatte.

Da weder die linksgewundenen Stammeltern noch die Tiere der ersten Tochtergeneration linksgewundene Nachkommen erzeugten, so dürfte feststehen, daß bei *Helix pomatia* der linksgewundene Zustand nicht vererbt wird.

Linksgewundene Weinbergschnecken müßten demnach als Abnormitäten gelten. Wodurch die umgekehrte Aufwindung verursacht wird, dürfte schwer zu ermitteln sein. Vielleicht ist sie auf ungleichzeitige Teilung der ersten Furchungskugeln, vielleicht auch darauf zurückzuführen, daß die Eier während des Furchungsprozesses oder unmittelbar darnach gedrückt oder erschüttert wurden.

---

[1] Ich bin zur Überzeugung gekommen, daß eine Kopulation zwischen einer rechts- und einer linksgewundenen *H. pomatia* unmöglich ist.

Von dieser Annahme ausgehend, habe ich mit Eiern von rechtsgewundenen Weinbergschnecken, in denen das Vierzellenstadium teils vollendet, teils noch nicht erreicht war, einige Versuche ausgeführt.

Erster Versuch.

Hatte die Schnecke das Legegeschäft vollendet, so wurden die Eier zwischen zwei mit dünnem Draht umwickelten Objektträgern einem größeren oder kleineren Drucke ausgesetzt.

Um ein Zerquetschen der Eier zu verhüten, wurden zwischen die beiden Glasplatten zwei entsprechend dicke Hölzchen gelegt.

Aufbewahrt wurden die Eier in feuchter Erde und zwar so, daß die Objektträger teils lotrecht, teils schräg, teils horizontal lagen. Nach 25—30 Tagen schlüpften die Jungen. Sämtliche waren rechtsgewunden, aber ihre Gehäuse waren mehr oder weniger flach. Manche hatten ein planorbenartiges Aussehen.

Der Versuch wurde mehrmals wiederholt; die Windungsrichtung aber wurde durch den angewandten Druck nicht beeinflußt.

Zweiter Versuch.

1—2 Stunden nach dem Verlassen des Uterus ließ ich die Eier 3—4mal über ein schräg gestelltes, meterlanges Brett herabrollen, setzte sie dann in feuchte Erde, wiederholte den Versuch nach 3 Stunden und dann in den folgenden Tagen täglich einmal.

Manche Eier platzten, andere blieben intakt und lieferten rechtsgewundene Schnecken.

So hatte also auch dieses Experiment keinen Einfluß auf die Windungsrichtung.

Dritter Versuch.

Um zu erfahren, ob die Windungsrichtung verändert werde, wenn die Eier um ihre Achse rotieren, ließ ich einen Apparat bauen, der an die Wasserleitung angeschlossen werden konnte und so eingerichtet war, daß die auf einer lotrechten Achse ruhende, die Brutbehälter tragende Scheibe nach rechts und links gedreht werden konnte.

Als Brutbehälter benützte ich zylindrische, hölzerne Gefäße, die mit feuchter Erde angefüllt waren, in der Achse aber einen

röhrenförmigen, etwa 3—4 cm breiten Raum zur Aufnahme der Eier frei ließen.

Hatten die Schnecken das Legegeschäft beendet, so wurden die Eier in den Brutbehälter eingesetzt, mit Erde bedeckt und so auf den Apparat gestellt, daß die Eier in der Verlängerung der Rotationsachse saßen. Von oben gesehen, rotierte diese in Uhrzeigerrichtung und machte bei den ersten Bruten 60, bei den folgenden aber 120 Turen pro Minute.

Die Eier entwickelten sich mit wenigen Ausnahmen gut, lieferten aber nur rechtsgewundene Schnecken.

Ausgeführt wurden diese Versuche im Sommer 1907. Im Jahre 1908 sollten sie unter Drehung der Scheibe in entgegengesetzter Uhrzeigerrichtung wiederholt werden. Mein Vorhaben kam aber nicht zur Ausführung, weil die Mitbewohner des Hauses — der Apparat war in meiner Küche aufgestellt — nicht geneigt waren, sich die Nachtruhe durch das Geklapper der Maschine, die 4—6 Wochen ununterbrochen in Tätigkeit war, ein zweites Mal stören zu lassen.

Druck, Erschütterung und Rotation waren also nicht imstande, die Eifurchung und Embryonalentwicklung zu stören oder die Windungsrichtung zu beeinflussen.

Auffallend ist, daß im badischen Randen hier und da linksgewundene *Helix pomatia* aufgefunden werden, während in der Rheinebene, an den Hängen des Schwarzwaldes und im Hügelland trotz eifrigen Suchens keine einzige aufzutreiben war.

II. Kapitel.

Wachstum und Körpergröße.

Neben reichlicher und zweckmäßiger Nahrung sind Wärme und Feuchtigkeit die Grundbedingungen für das Wachstum der Schnecken. Darum fällt auch die Hauptwachstumsperiode unserer einheimischen Tiere in die Zeit von Ende April bis Ende August.

Aber trotz günstigster Lebensbedingungen wachsen die Tiere derselben Brut nicht gleichstark. Woher das kommt, ist eine offene Frage.

Durch Beobachtung und Messung konnte ich feststellen:

a) Größere, eiweißreichere Eier liefern größere Schnecken als kleinere Eier, was ja selbstverständlich ist.

b) Alle Schnecken, die beim Verlassen der Eihülle kräftiger sind als ihre Geschwister, wachsen unter denselben Bedingungen nicht nur rascher, sondern werden auch größer als diese.

Wie sehr die Wärme das Wachstum fördert, zeigt sich, wenn man aus den Nacktschnecken einer Brut zwei Abteilungen bildet und sie unter sonst gleichen Bedingungen in Räumen von verschiedener Temperatur hält.

Stets bleiben die in kühleren Räumen gehaltenen Tiere hinter ihren bei höherer Temperatur gehaltenen Geschwistern im Wachstum zurück, und deren Körpergröße erreichen sie nie. Daraus folgt:

Höhere Temperaturen (20–25° C) begünstigen, niedere hemmen das Wachstum.

Daß das Wasser ein Hauptfaktor für das Gedeihen der Schnecken ist, wurde im ersten Teil ausführlich behandelt.

Einen Winterschlaf, wie die meisten Gehäuseschnecken, halten weder die im Freien lebenden noch die in Gefangenschaft

gehaltenen Nacktschnecken. Sämtliche *Arionen*, *Limax tenellus*, *L. arborum*, *L. variegatus*, *Amalia marginata*, *L. agrestis* und junge *Limax cinereus* und *L. cinereoniger* gehen bei mildem, regnerischem Wetter auch während des Winters ihrer Nahrung nach, wachsen aber nur langsam.

Nur die im 2. und 3. Jahre lebenden *L. cinereoniger* und *L. cinereus* ruhen während der kühleren Jahreszeit in der Erde und kommen erst im Frühling wieder an die Oberfläche.

Auch die *Campylaeen* und *Helix arbustorum* hielten, wenn sie im Keller untergebracht waren, im ersten Lebensjahre keinen Winterschlaf, sondern gingen ihrer Nahrung nach und vergrößerten ihr Gehäuse stetig, wenn auch nicht so stark wie in der wärmeren Jahreszeit.

Im zweiten Lebensjahre blieben sie lebhaft bis Ende Dezember und nahmen bis dahin auch Nahrung zu sich; dann aber setzten sie sich zwischen den Steinen oder an den Wänden ihres Stalles fest und verharrten trotz künstlichen Regens in dieser Stellung bis Anfang März. Die Winterruhe währte also rund zwei Monate (Januar und Februar).

Im dritten Lebensjahre zogen sich die *Campylaeen* schon anfangs Dezember zur Winterruhe zurück und wurden im März wieder lebhaft, während sie im vierten Lebensjahre schon im November mit der Winterruhe begannen.

Da die Lebensbedingungen, unter denen die *Campylaeen* und *Helix arbustorum* gehalten wurden, stets dieselben waren, ist anzunehmen, daß sich mit zunehmendem Alter ein größeres Ruhebedürfnis geltend macht. — In der freien Natur sind die Verhältnisse ähnliche, allerdings mit dem Unterschiede, daß sich die Grenzen für den Eintritt der Winterruhe etwas verschieben, und daß auch die jungen Schnecken, durch Kälte gezwungen, der Ruhe pflegen.

Ganz anders verhielt sich *Helix pomatia*. Sie hielt schon im ersten Lebensjahre einen Winterschlaf, bezog aber ihr Winterquartier viel später (erst Ende November) und kam im nächsten Frühling auch früher zum Vorschein als in den folgenden Jahren.

Junge *Helix pomatia*, die im geheizten Zimmer bei gutem Futter genügend feucht gehalten wurden, fraßen und wuchsen bis Mitte Dezember, verkrochen sich aber dann in die Erde und erzeugten ein Epiphragma.

Man erkennt daraus, daß der Winterschlaf ein Bedürfnis für die Weinbergschnecke ist.

Wurden 50 bis 100 Schnecken in einem gemeinsamen Stall gehalten, so blieben sie trotz reichlicher Nahrung bedeutend kleiner als ihre Geschwister, von denen nur 8—10 in einem Stall untergebracht waren.

Die Ursache hierfür ist die, daß die Schnecken sich gegenseitig stören, und daß sie das durch Schleim und Exkremente stark verunreinigte Futter nicht, oder nur ungern fressen.

Nacktschnecken, die ich isoliert hielt, wuchsen zu wahren Riesenschnecken heran.

Mit Ausnahme von *Arion empiricorum* hatten die Nacktschnecken bei der ersten Eiablage ihr Längenwachstum nicht abgeschlossen, ganz abgesehen vom Dickenwachstum, das trotz starker Vermehrung ein ganz bedeutendes war.

In nachstehender Tabelle sind die Maße und Gewichte für einige isoliert gehaltene Nacktschnecken zusammengestellt.

TABELLE
über das Wachstum von Nacktschnecken nach der ersten Eiablage.

Name der Schnecke	Maße nach der ersten Eiablage			Maße nach der dritten bezw. fünften Eiablage		
	Körperlänge mm	Sohlenbreite mm	Gewicht g	Körperlänge mm	Sohlenbreite mm	Gewicht g
Ar. subfuscus	47	7	1,32	76	11	4,770
Ar. minimus	25	3	0,282	40	4	1,120
L. cinereoniger	180	19	20,12	210	20	42,60
L. variegatus	71	11	5,20	105	14	12,23
L. arborum	50	5	1,09	70	6	2,50
Amalia marginata . .	60	5	3,80	90	8	10,0
Ar. emp.	170	26	37,29	170	26	52,0

Nach der ersten Eiablage wurde der Körper verlängert bei:

Ar. subfuscus	um	29 mm	oder	61%
Ar. minimus	,,	15 ,,	,,	60%
L. cinereoniger	,,	30 ,,	,,	16,6%
L. variegatus	,,	34 ,,	,,	47,8%
L. arborum	,,	20 ,,	,,	40%
Amalia marginata . . .	,,	30 ,,	,,	50%

Das Körpergewicht wurde nach der ersten Eiablage erhöht bei:

Arion subfuscus	um	3,45 g	oder	261%
Arion minimus	,,	0,838 g	,,	297%
L. cinereoniger	,,	22,48 g	,,	111,72%
L. variegatus	,,	7,03 g	,,	135%
L. arborum	,,	1,41 g	,,	129,3%
Amalia marginata . . .	,,	6,20 g	,,	163,1%
Arion empiricorum . .	,,	14,71 g	,,	39,44%

Bemerkt sei, daß sich die Maße auf kriechende Schnecken beziehen, und daß die Messungen und Wägungen stets zwei Tage nach der Tränkung vorgenommen wurden, weil man einen Gewichtszuwachs nur dann ermitteln kann, wenn die Tiere bei allen Wägungen einen relativ gleichen Wassergehalt haben.

Bei den *Heliciden* (*H. pomatia*, *Campylaea* und *H. arbustorum*) wurde das Gehäusewachstum mit dem Eintritt der Geschlechtsreife abgeschlossen.

In der Festschrift zu Ernst Häckels siebzigstem Geburtstage schrieb Arnold Lang (68. S. 445): „Unsere *Limnaeen* sollen die Fähigkeit besitzen, sich schon fortzupflanzen, bevor das Wachstum der Schale vollendet ist. Es ist möglich, daß ähnliches auch bei *Helix* (*Arionta*) *arbustorum* L. vorkommt. Diese Form unterscheidet sich auch sonst von unseren übrigen *Heliciden* dadurch, daß das Gehäuse auch dann noch mit zunehmendem Alter vergrößert wird, wenn schon die für das fertige Gehäuse charakteristische Form der Mündung gebildet ist.“

Zuchtversuche, die ich daraufhin mit den genannten Schneckenarten anstellte, haben ergeben, daß *Helix arbustorum* erst nach vollendetem Schalenwachstum fortpflanzungsfähig wird, daß aber der einmal gebildete Mundsaum nicht zerstört und das Gehäuse nachträglich nicht vergrößert wird.

Dagegen vermehrte sich *Limnaea stagnalis*, bevor das Gehäusewachstum beendet war (62. S. 74). Zwei Beispiele seien angeführt:

Als eine *Limnaea stagnalis* mit einem Alter von 9 Monaten das erste Gelege abgesetzt hatte, war ihr Gehäuse 20 mm hoch und 9 mm breit. Mit einem Alter von 13 Monaten (die Schnecke hatte bis dahin 10 Einsätze abgegeben) war das Gehäuse 41 mm hoch und 23 mm breit geworden. Ausgewachsen war es aber erst, als die *Limnaea* ein Alter von 1¾ Jahren erreicht und im ganzen 22 Gelege abgesetzt hatte. Das ausgebaute Gehäuse war 47 mm hoch, 23 mm breit und am Rande nach außen umgeschlagen.

Eine andere *Limnaea* derselben Brut, die die ersten Eier mit einem Alter von 11 Monaten absetzte, hatte ein Gehäuse von 25 mm Höhe und 12 mm Breite. Nachdem die Schnecke mit einem Alter von 1¾ Jahren 26 Gelege abgesetzt und ihr Gehäuse ausgebaut hatte, war dieses 43 mm hoch, 22 mm breit und am Rande ebenfalls nach außen umgeschlagen. Mit dem Gehäuse vergrößerte sich auch der Körper der Schnecke.

Bei den folgenden Angaben beziehen sich die Maße stets auf die kriechende Schnecke.

1. Arion empiricorum Fér.

schlüpfte mit einer Länge von 8—9 mm, einer Sohlenbreite von 2—2,5 mm und einem Gewicht von 0,016—0,026 g aus dem Ei.

Unter günstigen Bedingungen hatte er nach 3½ Monaten (Ende Dezember) eine Länge von 37—55 mm, eine Sohlenbreite von 7—10 mm und ein Gewicht von 0,985—2,370 g, während er mit 4½ Monaten (Ende Januar) 50—68 mm lang, 9—12 mm breit und 1,720—4,090 g schwer war.

Bei einem Alter von 8 Monaten waren die Schnecken 95 bis 120 mm lang, 13—15 mm breit und 8,620—16 g schwer.

Bei einem Alter von 10—11 Monaten hatte *Ar. emp.* das Längenwachstum beendet. Er war 130—170 mm lang, 20—26 mm breit und 18—37 g schwer, wuchs dann aber in die Dicke und erreichte im günstigsten Fall ein Gewicht von 25—52 g.

Ar. empiricorum, die unter ungünstigen Bedingungen gehalten wurden, erreichten eine Länge von nur 90—100 mm und ein Gewicht von 12—16 g. Auch ihre Eier waren kleiner als die der größeren Artgenossen.

Näheres über das Wachstum des *Arion empiricorum* enthält eine diesem Kapitel beigegebene Tabelle (S. 332).

2. Arion simrothi Künkel

(Farbige Tafel, Fig. 1 u. 2)

verläßt die Eihülle mit einer Länge von 7—8 mm, einer Sohlenbreite von 1—1,2 mm und einem Gewicht von 0,007—0,008 g. Er ist mit einem Alter von 10—11 Monaten erwachsen und hat dann eine Länge von 100—120 mm, eine Sohlenbreite von 15 mm und ein Gewicht von 9—12 g. Näheres über das Wachstum wolle der diesem Kapitel beigegebenen Tabelle (S. 333) entnommen werden.

Arion simrothi erreicht die Größe eines kleineren, erwachsenen *Ar. emp.*, ist aber mit diesem wegen seiner Farbe und seiner zarteren Haut nicht zu verwechseln. Von *Arion subfuscus* unterscheidet er sich nicht nur durch seine Körpergröße, sondern auch durch seine Farbe.

Gezüchtet habe ich den *Ar. simrothi* durch sechs Generationen, und benannt habe ich ihn nach Herrn Professor Dr. H. Simroth-Leipzig, der meine Schneckenzucht wiederholt besichtigte und, wie ich, in dem in Rede stehenden *Arion* eine neue Art erkannte[1].

[1] Eine von mir gegebene kurze Beschreibung des *Arion simrothi* hat D. Geier bereits in die zweite Auflage seiner Einführung in die Molluskenfauna Deutschlands: „Unsere Land- und Süßwassermollusken" (S. 28) aufgenommen. Sie lautet:

„*Arion simrothi* Künkel. Grundfarbe dunkelorange, über dem Sohlenrand hellgelb; auf dem Mantel und Rücken zwei dunkelbraune Längsbinden; Augenträger bräunlich mit dunkelbraunen Flecken besetzt. Sohle gelblichweiß; Körperschleim dunkelorange, Sohlenschleim glashell. Länge 120, Breite 15 mm. Bei Gengenbach im badischen Schwarzwald."

Ein merkwürdiges Individuum befand sich bei der ersten Tochtergeneration. (Siehe Figur 30 u. 31.)

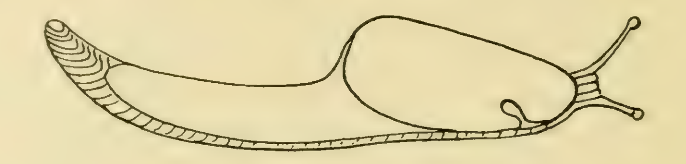


Fig. 30.

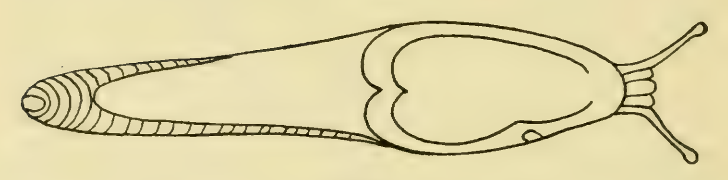


Fig. 31.
Buckeliger *Arion simrothi* Künkel.
Natürliche Größe. Nicht erwachsen. Ausgeschlüpft am 28. X. 1903; gezeichnet am 10. und 28. Mai 1904.

Wegen seines auffallend stark hervorgewölbten, kräftig entwickelten Mantelteiles, gegen den der flache Hinterleib als Schwanz erschien, nannte ich das Tier:

Buckelschnecke.

Das Pneumostom hatte die typische Lage vor der Mantelmitte; aber der Mantel selbst war hinten herzförmig ausgeschnitten. Der Fußrand (die Sohlenleiste) war gegen das Hinterende breiter als bei den normalen Geschwistern und weit über das Rückenende hinausgeschoben, so daß die Schwanzdrüse von diesem weit weggerückt war und nicht mehr die bekannte, dreieckige Gestalt hatte, sondern als runde, nach hinten offene Grube erschien, die von konzentrischen dunkeln Linien (den dunkeln Strichen des Fußrandes) eingefaßt war.

Simroth, der das Tier an Pfingsten 1904 bei mir sah, erblickte in ihm ein typisches Beispiel für die Beurteilung der sogenannten Rückschläge und ersuchte mich, ihm die Schnecke zur anatomischen Untersuchung zu überlassen.

Mit einem Alter von 7½ Monaten war die Buckelschnecke, die nun an Simroth abgesandt wurde, zu einem Prachtexemplar

geworden, obwohl sie noch nicht erwachsen war (siehe farbige Tafel Figur 3—5).

Nach SIMROTHS Untersuchung (109) war die Fußhöhle verengt und nur mit den Leberlappen gefüllt. Darm und Genitalien lagen in dem Mantelhöcker; nur ein Zipfel der Zwitterdrüse, die als ein länglicher Körper erschien, war in den Anfang der Fußhöhle hineingeschoben. (Normale Zwitterdrüse siehe Textfigur 35—37 S. 356).

3. Arion subfuscus DRAPARNAUD

schlüpfte mit einer Länge von 6—7 mm, einer Sohlenbreite von 1 mm und einem Gewicht von 0,005—0,006 g aus dem Ei.

Nach 10—10½ Monaten war er fortpflanzungsfähig, 45 bis 50 mm lang, 6 mmb reit und 1,32—1,62 g schwer. Ausgewachsen aber war er erst nach weiteren 4 Wochen. Im günstigsten Fall war er dann 60—76 mm lang, 8—10 mm breit und 2,97—4,77 g schwer.

4. Arion hortensis FÉRUSSAC

war beim Verlassen der Eihülle 6—7 mm lang, 1 mm breit und 0,004—0,005 g schwer. Nach eingetretener Geschlechtsreife war er 40—45 mm lang, 4—5 mm breit und 0,70—0,86 g schwer. 1½ bis 2½ Monate vor seinem Lebensende war der *Ar. hortensis* erwachsen. Im günstigsten Fall betrug dann die Sohlenbreite 6—7 mm, die Länge 50—56 mm und das Gewicht 1,19—1,66 g.

Näheres ergibt die beigegebene Tabelle (S. 334).

Gekielt, wie GEYER (35. S. 28) angibt, waren die jungen *Ar. hortensis* nicht.

5. Arion minimus SIMROTH

schlüpfte mit einem Gewichte von 0,002 g aus dem Ei. Als er fortpflanzungsfähig geworden war, hatte er eine Länge von 23 bis 26 mm, eine Sohlenbreite von 3—3,5 mm und ein Gewicht von 0,150—0,282 g, erreichte aber mit einem Alter von 10—11 Monaten

eine Länge	von	30—44	mm,
eine Breite	,,	4—5	,, und
ein Gewicht	,,	1,06—1,12	g.

Die Runzeln waren mit kleinen, runden Höckern versehen. Durch die dünne Körperhaut schienen die Eingeweide hindurch.

In einem Walde bei Ettlingen, dem die Stammeltern entnommen wurden, blieb *Arion minimus* etwas kleiner als meine Zuchttiere.

6. Limax cinereoniger Wolf

verließ die Eihülle mit einem Gewichte von 0,018—0,020 g, einer Länge von 8—9 mm und einer Breite von 1,6—2 mm.

Nach einem Jahre wogen die Tiere 10—18 g und waren:
135—160 mm lang und
12—15 „ breit.

Mit einem Alter von 1¾ Jahren waren sie:
20—28 g schwer,
150—180 mm lang und
17—19 „ breit.

Ausgewachsen waren die *L. cinereoniger* erst mit 2½ Jahren. Sie waren dann:
25—56 g schwer,
180—210 mm lang und
20 „ breit.

Über das Wachstum eines isoliert gehaltenen Tieres ist diesem Kapitel eine Tabelle beigegeben (Siehe S. 335).

7. Limax cinereus Lister

hat ähnliche Wachstumsverhältnisse wie *L. cinereoniger*, bleibt aber im allgemeinen etwas kleiner als dieser.

Bei guter Pflege erreichte *L. cinereus* eine Länge von 160 bis 180 mm, eine Sohlenbreite von 15—18 mm und ein Gewicht von 22 g.

Das größte isolierte Tier, das mit geköpften *L. cinereoniger* und *Arion emp.* gefüttert wurde, hatte mit 2¾ Jahren eine
Länge von 200 mm, eine
Breite „ 20 „ und ein
Gewicht von 30 g.

Bei der ersten Eiablage waren die größten *L. cinereus* 140—150 mm lang und 15 mm breit, während die *L. cinereoniger* 170—180 mm lang und 17—19 mm breit waren.

8. Limax variegatus Draparnaud

war mit einem Alter von einem Jahre:

62—80 mm lang,
9—11 „ breit und
5,30—6 g schwer.

Mit einem Alter von $2\frac{1}{2}$ Jahren waren die Tiere ausgewachsen und

95—110 mm lang,
12—14 „ breit und
7,5—9 g schwer.

Im günstigsten Fall erreichten sie ein Gewicht von 12 g.

9. Limax arborum Bouche-Contraine

war nach dem Verlassen der Eihülle 8—10 mm lang und 1 mm breit. Mit $1\frac{3}{4}$ Jahren waren die Tiere geschlechtsreif und:

50—60 mm lang,
4—4,5 „ breit und
0,98—1,09 g schwer.

Mit einem Alter von $2\frac{1}{2}$ Jahren waren sie erwachsen und:

70—75 mm lang,
6—6,5 „ breit und
2,2—2,5 g schwer.

10. Limax tenellus Nilss.

war mit einem Alter von 10—11 Monaten ausgewachsen.

Länge = 40—50 mm
Breite = 4— 5 „
Gewicht = 0,80—1,10 g.

11. Limax agrestis L.

war mit einem Alter von 7—8 Monaten ausgewachsen,

40—50 mm lang,
4— 5 „ breit und
im günstigsten Fall 1,20 g schwer.

12. Amalia marginata Drap.

verließ mit einem Gewichte von 0,037—0,040 g die Eihülle, war also bedeutend schwerer als *Limax cinereoniger* und *Arion empiri-*

corum, blieb aber im postembryonalen Wachstum ganz bedeutend hinter ihnen zurück.

Amalien, die im März ausschlüpften, waren im November, also nach 8 Monaten,

3—3,8 g schwer,
50—60 mm lang und
4— 5 ,, breit.

Mit einem Alter von 1 Jahr wogen sie 4,5—5 g.

Ausgewachsen waren sie mit einem Alter von 2—2½ Jahren. Sie wogen dann 8,5—10 g, waren 90—110 mm lang und hatten eine Sohlenbreite von 8—10 mm, während der Körper 12—14 mm breit war.

13. Campylaea cingulata Studer.

Bei den im Keller gehaltenen Tieren vergrößerte sich das Gehäuse stetig; doch war das Wachstum in der wärmeren Jahreszeit ein rascheres als im Herbst und Winter.

Mit einem Alter von 11—12 Monaten war der Mundsaum gebildet und damit das Schalenwachstum beendet. Daß mit der Bildung des Mundsaumes das Gehäuse seinen definitiven Abschluß erlangt hatte, erhellt aus der Tatsache, daß bei keinem Tiere eine nachträgliche Gehäusevergrößerung konstatiert werden konnte.

Durchschnittlich waren die ausgebauten Gehäuse 22—23 mm breit und 10—11 mm hoch. Selbst bei Tieren, die aus demselben Gelege hervorgingen, zeigten sich insofern Differenzen, als die Gehäuse der einen ein flaches, die der anderen ein höheres Gewinde hatten, und als die Ränder des Mundsaumes einander mehr oder weniger genähert und bei vielen durch eine dünne Schwiele verbunden waren.

Um zu ermitteln, ob bei den im Freien lebenden *Campylaeen*, die durch Trockenheit und Kälte zeitweise zur Ruhe gezwungen werden, das Schalenwachstum auch mit Schluß des ersten Lebensjahres vollendet sei, setzte ich im Jahre 1908 eine größere Zahl Eier (etwa 800) an einem geeigneten Platze des Ettlinger Rebberges in die Erde.

Die Jungen schlüpften Ende Juni 1908 aus. Das Gehäusewachstum wurde aber erst im Frühling 1910 abgeschlossen, also nach 1¾ Jahren.

Einen Parallelversuch, zu dem ich 100 Eier verwendete, führte ich in meiner Wohnung aus. Die Jungen schlüpften ebenfalls im Juni 1908 aus.

Um ihnen ähnliche Lebensbedingungen zu verschaffen wie ihren im Freien untergebrachten Artgenossen, die infolge von Trockenheit und Winterkälte ein sprungweises Leben führen mußten, erhielten sie monatlich nur einmal Futter und Wasser, während sie von Anfang Dezember bis Anfang März weder Futter noch Wasser bekamen.



Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34.

Fig. 32—34. *Albine Campylaea cingulata* der ersten Generation. (Natürliche Größe). Fig. 34: Repariertes Gehäuse.

Die Folge davon war, daß 80% eingingen, während bei den übrigen 20% das Gehäusewachstum erst im Frühling 1910, also auch erst mit 1¾ Jahren, beendet wurde.

Aus dem Gesagten folgt: *Campylaeen*, denen es nie an Feuchtigkeit, entsprechender Wärme und Nahrung gebricht, haben ihr Gehäuse am Ende des ersten Lebensjahres ausgebaut, während bei jenen, die durch Trockenheit und Kälte zeitweise zur Ruhe gezwungen sind, das Gehäusewachstum erst gegen Ende des zweiten Lebensjahres abgeschlossen wird.

Trotz aller Vorsicht kam es hier und da vor, daß einzelne Schnecken bei der Untersuchung der Ställe eingeklemmt und ihre Gehäuse stark beschädigt wurden. Waren die inneren Organe nicht verletzt, so besserten die Tiere ihre Gehäuse aus (siehe Figur 34) und blieben in bezug auf Vermehrungsfähigkeit und Lebensdauer nicht hinter ihren unverletzten Artgenossen zurück.

In Figur 32—34 sind drei *Campylaeen* der ersten Generation abgebildet.

14. Helix arbustorum L.

Bezüglich des Gehäusewachstums gilt dasselbe wie für *Campylaea cingulata.* Wurde *H. arbustorum* unter günstigen Bedingungen im Keller gehalten, so war das Gehäuse gegen Ende des ersten Lebensjahres ausgebaut, während es bei den unter weniger günstigen Lebensbedingungen gehaltenen Tieren erst gegen Ende des zweiten Lebensjahres ausgewachsen war.

Höhe und Breite der ausgebauten Gehäuse waren, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt, selbst bei den Nachkommen ein und desselben Muttertieres sehr verschieden.

Gehäusehöhe:	12	12	14	14	15	15	17	17	18	18	20	20 mm
Gehäusebreite:	18	21	20	23	21	24	18	21	20	23	21	24 ,,

15. Helix pomatia L.

So auffallend wie bei *Helix pomatia* zeigte sich der Einfluß der Lebensbedingungen (Wasser, Feuchtigkeit und Wärme) auf das Wachstum weder bei *Helix arbustorum* noch bei *Campylaea cingulata.*

Im Keller, wo die letztgenannten Arten ganz vorzüglich gediehen, blieb die wärmebedürftige *Helix pomatia* im Wachstum zurück.

Dasselbe war der Fall, wenn sie im Freien untergebracht war und nicht regelmäßig getränkt wurde.

Aber auch bei guten Lebensbedingungen war das individuelle Wachstum sehr verschieden.

So wogen die Individuen einer im Juli 1902 geschlüpften Brut:

1. Nach dem Verlassen der Eihüllen . . . = 0,040—0,080 g,
2. mit einem Alter von 3 Monaten . . . = 0,170—2,420 g,
3. ,, ,, ,, ,, 10 ,, . . . = 0,340—6,020 g.

Die größten Tiere waren rund 17mal so schwer als die kleinsten.

Arnold Langs *Helix pomatia* (66. S. 491), die im August 1895 ausschlüpften und unter guten Bedingungen gehalten wurden, wogen mit einem Alter von 10 Monaten (Juni 1896) = 0,230 bis 4,800 g. Lang vermutete (l. c. S. 493), daß die größeren Schnecken im zweiten Lebensjahre ausgewachsen und geschlechtsreif seien.

Bei meinen Zuchtversuchen bestätigte sich diese Vermutung nicht:

Im günstigsten Fall wurde das Gehäuse im Frühling des dritten, in den meisten Fällen aber erst im Frühling des vierten Lebensjahres ausgebaut, während jene Individuen, die im Wachstum so auffallend hinter ihren Geschwistern zurückgeblieben waren, vor beendetem Schalenwachstum eingingen.

In einer diesem Kapitel beigegebenen Tabelle (S. 336) habe ich die Maximalgewichte einer unter günstigen Bedingungen aufgewachsenen *Helix pomatia* zusammengestellt.

Ausführliche Aufzeichnungen über die bei erwachsenen *H. pomatia* vorkommenden Gewichtschwankungen enthalten die den Austrocknungsversuchen beigegebenen Tabellen (S. 174 u. 175) und die graphische Tafel (S. 176).

In der freien Natur gehen viele Weinbergschnecken zugrunde, ehe sie erwachsen sind. Entweder sterben sie infolge großer Trockenheit schon im ersten Sommer, oder sie fallen Feinden zum Opfer:

Arion empiricorum, die *Chilopoden* sowie die *Carabiden* und ihre Larven verzehren mit Vorliebe junge Weinbergschnecken. Von den Fröschen werden selbst einjährige *Helix pomatia* mühelos verschluckt. Rabe und Saatkrähe stellen den Schnecken besonders im Herbst und Frühling nach.

TABELLE

über das Wachstum eines *Arion empiricorum* Fér., der mit 11 gleichaltrigen Geschwistern unter günstigen Bedingungen in einem gemeinsamen Stall gehalten wurde.

Datum	Alter der Schnecke	Gewicht g	Länge mm	Sohlenbreite mm	Bemerkungen
1903					
8. IX.	2 Stunden	0,026	9	2,5	Geschlüpft am 8. IX. 03.
4. X.	26 Tage	0,120	17	3,5	
19. X.	41 ,, = 1⅓ Mon.	0,410	—	—	
24. XII.	107 ,, = 3½ ,,	2,370	55	10	
1904					
25. I.	139 Tage = 4½ Mon.	4,090	68	12	
2. IV.	206 ,, = 7 ,,	7,250	—	—	
19. V.	253 ,, = 8⅓ ,,	16,050	120	15	
6. VI.	271 ,, = 9 ,,	21,270	130	20	
16. VI.	281 ,, = 9⅓ ,,	—	—	—	Die Schnecke kopuliert.
24. VII.	319 ,, = 10½ ,,	37,29	170	26	
11. VIII.	337 ,, = **11** ,,	—	—	—	Erste Eiablage.
25. VIII.	351 ,, = 11⅔ ,,	45,400	170	26	
25. IX.	382 ,, = 12⅔ ,,	52,000	170	26	
29. IX.	386 ,, = 12⅔ ,,	—	—	—	Sechste Eiablage.
5. X.	392 ,, = **13** ,,	—	—	—	Siebente u. letzte Eiablage.
16. X.	403 ,, = 13⅓ ,,	—	—	—	Das Tier ist tot.

Anmerkung: Das kleinste Tier dieser Abteilung war mit 11⅔ Monaten 34,85 g schwer, 170 mm lang und hatte eine Sohlenbreite von 23 mm.

TABELLE

über das Wachstum eines *Arion simrothi* Künkel, der mit 19 Geschwistern in einem gemeinsamen Stall unter guten Bedingungen gehalten wurde.

Datum	Alter der Schnecke	Gewicht g	Länge mm	Sohlenbreite mm	Bemerkungen
1903					
28. X.	3 Stunden	0,008	8	1,2	Geschlüpft 28. X. 03
1. XI.	4 Tage	—	10	2	
24. XII.	57 „ = 1½ Monate	0,065	18	4	
1904					
1. II.	96 Tage = 3 Monate	0,310	—	—	
1. III.	124 „ = 4 „	0,790	34	6	
12. III.	135 „ = 4½ „	0,920	43	6	
2. IV.	156 „ = 5 „	1,400	50	6	
7. V.	191 „ = 6½ „	2,410	—	—	
6. VI.	221 „ = 7⅓ „	3,760	81	10	
18. VI.	233 „ = 7⅔ „	6,150	83	12	
24. VII.	269 „ = 9 „	8,470	105	13	
30. VII.	275 „ = 9 „	—	—	—	Die Schnecke kopuliert.
29. VIII.	305 „ = 10 „	11,200	—	—	
19. IX.	326 „ = 10⅔ „	13,000	120	15	
29. IX.	336 „ = 11 „	—	—	—	Erste Eiablage.
18. X.	355 „ = 11⅔ „	12,490	120	15	
13. XI.	371 „ = 1 Jahr u. 16 Tage	—	—	—	Letzte Eiablage
17. XI.	385 „ = 12⅔ Monate	—	—	—	Das Tier ist tot.

TABELLE

über das Wachstum eines *Arion hortensis* Fér., der mit 24 seiner Geschwister in einem gemeinsamen Stall unter guten Bedingungen gehalten wurde.

Datum	Alter der Schnecke	Gewicht g	Länge mm	Sohlenbreite mm	Bemerkungen
1904					
26. III.	5 Stunden	0,005	6	1	Geschlüpft 26. III. 04.
2. IV.	7 Tage	0,007	7	1	
23. IV.	28 ,,	0,015	—	—	
1. V.	36 ,,	0,035	14	2	
7. V.	42 ,,	0,045	—	—	
6. VI.	72 ,, = 2½ Monate	0,220	28	3,5	
18. VI.	84 ,, = 2⅔ ,,	0,340	30	4	
1. VIII.	128 ,, = 4 ,,	0,860	45	5	
5. VIII.	132 ,, = 4⅓ ,,	—	—	—	Treffe das Tier in Kopula. Es wird isoliert.
27. VIII.	154 ,, = 5 ,,	1,050	52	6	
1. IX.	159 ,,	1,200	—	—	
6. IX.	164 ,, = 5½ ,,	—	—	—	Erste Eiablage.
25. IX.	183 ,, = 6 ,,	1,210	56	7	
26. XI.	245 ,, = 8 ,,	1,660	56	7	
5. XII.	254 ,, = 8½ ,,	—	—	—	Letzte Eiablage.
9. XII.	258 ,, = 8½ ,,	—	—	—	Das Tier ist tot.

Anmerkung: *Arion hortensis*, die mit einem Alter von 8 Monaten die ersten Eier absetzten, wurden 12 Monate alt.

TABELLE

über das Wachstum eines isoliert gehaltenen *Limax cinereoniger* Wolf.

Datum	Alter der Schnecke	Gewicht g	Länge mm	Sohlenbreite mm	Bemerkungen
1903					
18. IX.	4 Stunden	0,020	9	2	Geschlüpft 18. IX. 03.
4. X.	16 Tage	0,089	15	3	
19. X.	31 „ = 1 Monat	0,147	23	4	
24. XII.	97 „ = 3 Mon.	0,680	41	5	
1904					
25. I.	129 Tage = 4 Mon.	0,880	50	5,4	
1. III.	164 „ = 5½ „	2,110	60	7	
2. IV.	196 „ = 6½ „	2,820	—	—	
7. V.	231 „ = 7²/₃ „	4,320	—	—	
6. VI.	261 „ = 8²/₃ „	4,940	107	10	
24. VII.	309 „ =10 „	11,800	140	14	
25. VIII.	341 „ =11⅓ „	17,830	150	14	
26. IX.	373 „ =1 J. 8 Tage	18,600	160	15	Letzte Fütterung 30. XI. 04.
1905					
5. IV.	564 Tage =1 J. 6²/₃M.	19,70	160	16	Erste Fütt. 31. III. 05.
6. VI.	1 Jahr 8²/₃ Monate	21,05	170	17	
16. VIII.	1 „ 11 „	30,12	182	19	
20. VIII.	**1 „ 11 „**	—	—	—	Erste Eiablage = 115 Eier.
1906					
10. VII.	2 Jahre 9²/₃ Monate	56,30	210	20	
15. VII.	**2 „ 10 „**	—	—	—	Erste Eiablage im Jahre 1906: 15. VII. = 254 Eier.
18. VII.	2 „ 10 „	42,60	210	20	
7. IX.	**2 „ 11²/₃ „**	—	—	—	Letzte Eiablage = 79 Eier.
28. IX.	3 „ 10 Tage	—	—	—	Die Schnecke stirbt.

Anmerkung: Die schwersten isolierten *L. cinereoniger* wogen 57 g.

TABELLE

über die Gewichtsvermehrung einer *Helix pomatia*, die den meisten ihrer Geschwister im Wachstum voran war.

Datum	Alter der Schnecke	Gewicht der Schnecke g	Bemerkungen
1902			Geschlüpft
18. VII.	—	0,080	am 18. VII. 1902.
1. VIII.	14 Tage	0,210	
18. VIII.	1 Monat	0,600	
19. IX.	2 Monate	1,350	
16. X.	3 ,,	2,420	
1903			
29. V.	10 Monate	6,02	
25. VI.	11 ,,	7,11	
21. VII.	1 Jahr	8,25	
1904			
15. VII.	2 Jahre	16,25	Gehäuse nicht ausgebaut.
1905			
20. VII.	3 Jahre	28,06	Gehäusewachstum im Frühling 1905 abgeschlossen. Ende Juni kopuliert die Schnecke und wird dann isoliert.
12. VIII.	3 ,,	—	Erste Eiablage.
1906			
21. VI.	3 Jahre 11 Monate	—	Zweite Eiablage.
20. VII.	4 ,,	27,00	
1907			
29. VI.	5 Jahre	—	Dritte Eiablage
1908			
17. VII.	6 Jahre	—	Vierte Eiablage
3. X.		—	Die Schnecke ist tot. Lebensalter: 6 Jahre.

Anmerkung: Die Schnecke wurde auf dem Gehäuse mit einer Nummer versehen, im Frühling zu ihren erwachsenen Artgenossen gesperrt und einige Wochen später wieder isoliert.

III. Kapitel.

Verfärbung.

Die Verfärbung der Schnecken beginnt schon während der Embryonalentwicklung. So hat beispielsweise das Augenpigment zuerst eine rosarote, dann eine violette und erst gegen Ende des Embryonallebens eine schwarze Farbe, während das Pigment der Ommatophoren sich etwas später bildet als das Augenpigment, ebenfalls rosarot erscheint, in der Regel aber erst nach dem Ausschlüpfen der Schnecken eine violette Farbe annimmt.

Da die Individuen der einzelnen Arten verschiedene Farbenstufen durchlaufen, sollen sie getrennt besprochen werden.

1. Arion empiricorum Fér.

Vom *Arion empiricorum* wurde die Varietät „*rufus*" durch sieben und die Varietät „*ater*" durch fünf Generationen gezüchtet.

a) Arion rufus L.

Die Stammeltern, zwei sehr große, hellrote (ziegelrote) Exemplare, wurden in erwachsenem Zustande einem Walde bei Ettlingen entnommen, in dem neben hellroten auch braune, aber keine schwarzen *Ar. empiricorum* lebten. Ich bemerke das ausdrücklich wegen der Verfärbung der Nachkommen.

Erste Generation.

Die *Arionen* der ersten Generation hatten, als sie im September 1902 die Eihülle verließen, teils eine weiße, teils eine gelbliche Farbe und violette Ommatophoren.

Aufgestellt waren die Zuchtbehälter während des Winters in einem Zimmer, dessen Temperatur zwischen 12 und 18° C schwankte. Anfangs Mai wurden sie in den Keller übergeführt.

Mit einem Alter von vier Wochen hatten die Schnecken noch violette Ommatophoren. Manche der weißen Exemplare waren hinter dem Mantel grünlich gefärbt, während die gelblichweißen Tiere ihre Farbe nicht geändert hatten.

Mit einem Alter von 1½ Monaten waren die Ommatophoren schwärzlich geworden; auch der Kopf mancher Tiere war gedunkelt.

Bei den weißen und grünlichen Individuen hatten die Hautrunzeln ein hellgelbes oder lehmfarbiges Aussehen, und der Fußrand war rotgelb gefärbt, während sich bei jenen Tieren, die gelblichweiß aus dem Ei kamen, auf Mantel und Rücken zwei dunkle Längsbinden gebildet hatten.

Nun wurden die Schnecken so in zwei Ställe verteilt, daß in dem einen die gebänderten, in dem andern die ungebänderten Tiere untergebracht wurden.

Mit einem Alter von 8½—9 Monaten (Ende Mai, anfangs Juni 1904) waren die Schnecken ausgefärbt: die ungebänderten waren hellrot, die gebänderten aber dunkelrot geworden. Auch auf die Seitenfelder der Sohle war der rote, bezw. dunkelrote Farbstoff übergegangen

Von jeder Abteilung wurden einige Tiere durch Chloroformdämpfe getötet. Nachdem der ausgepreßte Schleim entfernt war, hatten die hellroten Schnecken eine weißliche, die dunkelroten eine dunkle Farbe. Bei jenen, die mit weißer Farbe die Eihülle verließen, hatte sich also — von Kopf und Ommatophoren abgesehen — nur rotes, bei jenen aber, die mit einer gelblichweißen Farbe aus dem Ei kamen und später Binden erhielten, auch schwarzes Pigment gebildet.

Zur Nachzucht wurden sechs dunkelrote *Arionen* ausgewählt.

Zweite Generation.

Von den Tieren der zweiten Generation (ausgeschlüpft Ende September 1904) wurden einige Abteilungen während und nach der Embryonalentwicklung in einem temperierten Raume, andere im Keller gehalten.

Wie die Individuen der ersten Generation, so waren auch die der zweiten beim Verlassen der Eihülle teils weiß, teils gelblichweiß gefärbt, ganz einerlei, ob sie während der Embryonalentwicklung im Keller oder in einem temperierten Raume untergebracht waren.

Die weißen Tiere verfärbten sich wie die der ersten Generation.

Mit einem Alter von 4 Wochen hatten die gelblichweißen Schneckchen auf Mantel und Rücken zwei dunkle Längsbinden; auch die Rückenmitte war dunkel gefärbt, während die Seiten noch gelblichweiß erschienen.

Mit einem Alter von zwei Monaten waren die dunkeln Binden scharf, und der Rücken hatte eine schwarzgraue Farbe.

Als die Schnecken ein Alter von 4½ Monaten erreicht hatten (Mitte Februar 1905), waren die Binden infolge Dunkelung des Körpers bei manchen verschwunden. Der Fußrand hatte eine rote, die über ihm liegenden Seitenteile aber eine weißliche Farbe.

Andere Individuen derselben Brut hatten noch eine gelblichweiße Grundfarbe, zwei schwärzliche Binden und schwärzliche Mantel- und Rückenmitte.

Mit einem Alter von 9 Monaten (Ende Juni 1905) waren alle Schnecken ausgefärbt:

Die weißen waren hellrot, die gebänderten aber rotbraun geworden.

Mit Ausnahme von Kopf und Ommatophoren fehlte den ersteren das dunkle Pigment, während bei letzteren die rotbraune Farbe dadurch zustande kam, daß der schwarze Farbstoff von rotem überdeckt wurde.

Zur Nachzucht wurden von nun an stets die dunkelsten Tiere ausgewählt.

Mit Ausnahme der 5. Generation, deren eine Abteilung im geheizten Zimmer, die andere im Keller untergebracht war, wurden die Individuen der 3. bis 7. Generation ausschließlich im Keller gehalten. Stets aber gingen aus den Eiern ein und desselben Muttertieres hellrote und rotbraune Schnecken hervor. Erst die 5. Generation lieferte als 6. Generation ausschließlich rotbraune Nachkommen. Alle hatten in der Jugend dunkle Binden, und bei der Verfärbung begann die Dunkelung in den zwischen den Runzeln liegenden Rinnen. Individuen, die in der Jugend scharfe Binden besaßen, wurden dunkler als die mit schwachen Binden.

In bezug auf den schwarzen Farbstoff erkennt man aus diesen Versuchen, daß das Pigment, aber auch die Pigmentlosigkeit vererbt wird, und daß die beiden hellrot gefärbten Stammeltern nicht reinrassig waren.

b) Arion ater L.

Die beiden Stammeltern waren tiefschwarz; selbst die Mittelsohle war schwarz gefärbt, und dem Fußrand fehlte der rote Farbstoff. Der Körperschleim war wasserhell, zum Teil milchweiß. Bezogen hatte ich die Tiere aus der Gegend von Gammertingen in Hohenzollern. Geschlechtsreif waren sie, als sie in meinen Besitz kamen, noch nicht.

Erste bis fünfte Generation.

Durch alle fünf Generationen wurde ein Teil der Schnecken während und nach der Embryonalentwicklung im temperierten Zimmer, ein anderer im Keller gehalten.

Sämtliche Individuen der ersten und zweiten Generation hatten, als sie die Eihülle verließen, eine goldgelbe Farbe. Die der dritten Generation waren etwas weniger gelb gefärbt, und die der folgenden Generationen waren gelblichweiß, genau so wie die Nachkommen der hellroten *Arionen* in der 6. Generation.

Verfärbung.

α) Alle Individuen, die goldgelb aus dem Ei kamen, erhielten im Verlaufe von 4—5 Monaten einen dunkeln Rücken; auch die Mantelmitte war dunkel gefärbt; alle übrigen Teile aber, mit Ausnahme der dunkeln Ommatophoren, waren noch gelb.

Vom Rücken und Mantel aus verbreitete sich das schwarze Pigment nach den Seiten. Stets begann die Dunkelung in den zwischen den Runzeln gelegenen Rinnen.

Mit einem Alter von sechs Monaten waren die meisten Tiere gedunkelt bis auf einen schmalen, über dem Sohlenrand gelegenen Streifen.

Mit einem Alter von 8—8½ Monaten waren die Schnekken ausgefärbt: Sie waren sepiafarbig, hatten einen rotgelben Fußrand und eine schwarzgraue Sohle.

Alle Tiere hatten sich gleichmäßig verfärbt, ganz einerlei, ob sie während und nach der Embryonalentwicklung im geheizten Zimmer oder im Keller gehalten wurden.

Tiere, die durch Chloroform getötet wurden, schieden auf dem Rücken wasserhellen, an den Seiten aber gelbroten Schleim ab. Nach der Schleimabscheidung hatten sie eine schwarze Farbe.

β) Die weniger gelben Individuen (3. Generation) hatten nach 2 Monaten einen bräunlichen Rücken und gelbliche Seiten.

Ausgefärbt waren sie kaffeebraun geworden, und der rote Fußrand war mit schwarzen Querstrichen versehen. Der Körperschleim hatte eine gelbrote Farbe, und die Seitenfelder der Sohle waren grau gefärbt.

γ) Die gelblichweißen Tiere (4. und 5. Generation) verfärbten sich wie die Nachkommen der hellroten Stammeltern in der 6. und 7. Generation. Es bildeten sich 2 scharfe dunkle Binden; hernach dunkelte der Rücken und dann die Seiten.

Mit 8—8½ Monaten waren die Schnecken ausgefärbt: Rücken und Seiten waren rotbraun geworden. Der Fußrand war rot gefärbt und mit dunkeln Querstrichen versehen. Bei den Tieren der 4. Generation waren die Seitenfelder der Sohle schmutzigweiß, bei denen der 5. aber rötlich gefärbt.

Obgleich den tiefschwarzen Stammeltern jede Spur des roten Farbstoffes fehlte, bildete sich schon bei allen Individuen der ersten Tochtergeneration ein roter Fußrand und roter Körperschleim. Daraus folgt, daß die Stammeltern nicht reinrassig waren, daß also in ihren Keimzellen auch ein Gen für Rot vorhanden war.

In der 4. und 5. Generation entstanden ausschließlich nur rotbraune Individuen, weil das Rot von Generation zu Generation gesteigert, das Schwarz aber geschwächt wurde.

Nach meiner Überzeugung war es die in den Zuchträumen herrschende gleichmäßige Temperatur, die die Bildung des roten Pigments begünstigte und die des schwarzen beeinträchtigte.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Bei den mit *Arion empiricorum* angestellten Zuchtversuchen wurden bei gleichmäßiger mittlerer Tempe-

ratur von nicht reinrassigen, hellroten Stammeltern in der 6., von tiefschwarzen in der 4. Generation ausschließlich rotbraune Nachkommen erzielt.

Daraus folgt: *Ar. rufus* und *Ar. ater* sind nicht 2 verschiedene Arten, wie Collinge (23) annimmt, sondern eine Art. Rotes und schwarzes Pigment werden vererbt. Gleichmäßige mittlere Temperatur begünstigt den roten, schwächt aber den schwarzen Farbstoff.

Alle *Arion empiricorum*, die nach dem Verlassen der Eihülle, oder einige Tage hernach, eine weiße Farbe hatten, wurden hellrot; ihnen fehlte das dunkle Pigment.

Gelblichweiße Individuen wurden zu rotbraunen, also zu solchen mit wenig dunklem Pigment, und goldgelbe wurden sepiafarbig, weil sich bei ihnen viel schwarzes Pigment entwickelte.

Mithin kann man an der Farbe des jungen *Arion empiricorum* seine spätere Verfärbung erkennen.

Das schwarze Pigment der Augen und Ommatophoren war zuerst rosarot und dann violett. Demnach scheinen Gelb, Rosarot und Violett die Vorstufen des schwarzen Pigments zu sein.

Ob es möglich ist, die Weiterentwicklung des in der Anlage vorhandenen dunkeln Pigments zu verhindern, weiß ich nicht, da ich hierüber keine Versuche angestellt habe; wohl aber ist es mir auf experimentellem Wege gelungen, die Bildung des roten Farbstoffes bei solchen *Ar. empiricorum* vollständig zu unterdrücken, bei denen er sich auf Grund ihrer Abstammung hätte entwickeln müssen.

Veranlassung dazu gab mir folgende Beobachtung:

Auf einer sumpfigen, mit Moos bewachsenen Wiesenfläche bei Karlsruhe fand ich alljährlich schwarze, in der Umgebung aber nur rotbraune *Arionen*. Ich vermutete, die auf der Wiese sich bildende Humussäure hemme die Bildung des roten, begünstige aber die des schwarzen Farbstoffes, und stellte daraufhin folgendes Experiment an:

Eine im Keller aufgestellte, große Zinkschachtel, deren Deckel ein engmaschiges Drahtnetz trug, wurde mit Moos gefüllt und dieses

tüchtig mit Wasser bespritzt. Da die am Boden der Schachtel sich ansammelnde Flüssigkeit nicht abgegossen wurde, zersetzte sich ein Teil des Mooses.

Nach 4 Wochen wurden 20, etwa zwei Tage alte *Arion emp.* eingesetzt, die von rotbraunen Eltern abstammten und ihrem Aussehen nach ebenfalls rotbraun werden sollten.

Gefüttert wurden die Schnecken regelmäßig, bespritzt aber nur selten. In der Hauptsache waren sie also auf jenes Wasser angewiesen, das sich am Boden der Schachtel angesammelt und die bei der Zersetzung des Mooses entstandenen Säuren aufgenommen hatte. Exkremente und Futterreste wurden regelmäßig entfernt, das Moos aber wurde erst nach 11 Monaten erneuert.

Die Schnecken blieben viel kleiner als ihre unter gewöhnlichen Bedingungen gehaltenen Geschwister und zeigten, als sie fortpflanzungsfähig geworden waren, keine Spur von rotem Farbstoff. Ihr Körper war schwarzblau, die Sohle schmutzigweiß gefärbt, und der Schleim hatte ein wasserhelles Aussehen.

Nach meiner Ansicht wurde das rote Pigment dadurch unterdrückt, daß die Schnecken moderndes Moos fraßen und mit dem Trinkwasser Humussäure aufnahmen.

Daß das Ausbleiben des roten Farbstoffes weder durch Kalkmangel, noch durch übermäßige Feuchtigkeit, noch dadurch bedingt wurde, daß die Zinkschachtel die Körperwärme der Schnekken ableitete, erhellt aus der Tatsache, daß 15 Geschwister der schwarzblauen *Arionen* rotbraun wurden, obgleich auch sie zeitlebens in einer im Keller aufgestellten Zinkschachtel gehalten wurden, aber alle acht Tage frisches Moos erhielten und das am Boden sich ansammelnde Wasser abgegossen wurde.

Die schwarzblauen Schnecken vermehrten sich weniger stark als ihre unter normalen Bedingungen gehaltenen Geschwister. Der in die Eihülle eingelagerte Kalk konnte nur dem Futter und dem Wasser entnommen sein, da sich im Zuchtbehälter (Zinkschachtel) keine Erde befand. Die Jungen wuchsen unter normalen Bedingungen auf und erhielten ausnahmslos eine **rotbraune** Farbe.

Der Versuch zeigt, daß die Bildung des roten Pigments durch chemische Einflüsse, wahrscheinlich durch den Genuß von Humussäure, unterdrückt werden kann.

2. Arion simrothi Künkel.

Frisch geschlüpfte *Arion simrothi* sind durchscheinend. Ommatophoren und Kopf sind rosarot oder violett gefärbt, während der Körper eine gelblichweiße Farbe hat.

In der Regel haben die Tiere schon beim Verlassen der Eihülle auf Mantel und Rücken zwei dunkle Längsbinden. Letztere vereinigen sich vor der Schwanzdrüse.

Sind die Binden bei den ausschlüpfenden Jungen nur angedeutet, so treten sie schon nach 3 bis 4 Tagen scharf hervor. Bis dahin hat der Körper eine lehmfarbige oder orange Farbe angenommen; Kopf und Ommatophoren aber sind noch rosarot oder violett gefärbt.

Mit einem Alter von drei Monaten war die Grundfarbe des Körpers dunkelorange, die der Binden braun geworden; auch der Rücken hatte eine bräunliche Farbe erhalten, und die Ommatophoren waren braun punktiert.

Bei den 4 Monate alten Tieren waren die Binden sowie der braune Teil des Rückens breiter geworden.

Mit einem Alter von 7—8 Monaten waren die *Ar. simrothi* ausgefärbt: Grundfarbe dunkelorange; Fußrand hellgelb bis gelblichweiß mit dunkeln Querstrichen; auf Mantel und Rücken zwei breite, braune Binden; Rücken braun; Augenträger bräunlich und mit braunen Flecken besetzt; Sohle gelblichweiß; Körperschleim dunkelorange, Sohlenschleim glashell. (Figur 1 u. 2 der farbigen Tafel.)

Die Verfärbung war durch sechs Generationen dieselbe. In der freien Natur (auf den Bergen bei Gengenbach im badischen Schwarzwald) traf ich im Herbste (November) 1907 und 1908 manche erwachsene *Ar. simrothi*, denen die dunkelorange Grundfarbe fehlte; stets aber waren die Binden vorhanden. Hätte man solche Individuen nur oberflächlich angesehen, so hätte man sie für *Arion emp.* halten können. Ihre Nachkommen, die ich aus dem Ei zog, erhielten ausnahmslos die dunkelorange Grundfarbe wieder.

Außerdem will ich bemerken, daß die Tiere gegen Ende ihres Lebens, etwa 14 Tage bis 3 Wochen vor ihrem Tode, die schönen Farben einbüßen, weil, wie es scheint, eine Schleimneubildung unterbleibt. Auch bei den übrigen Nacktschnecken habe ich Ähnliches beobachtet.

3. Arion subfuscus Draparnaud

verließ die Eihülle mit einer gelblichweißen Grundfarbe. Bei manchen Schneckchen waren auf Mantel und Rücken schwache Längsbinden vorhanden. Nach 3—4 Tagen aber hatten sämtliche Individuen 2 scharfe, dunkle Binden.

Mit einem Alter von 1—2 Monaten waren die *Ar. subfuscus* ausgefärbt: Grundfarbe gelblichbraun; auf Mantel und Rücken 2 scharfe dunkle Binden; Mantel und Rücken in der Medianlinie dunkel gefärbt; Sohle gelblichweiß; Körperschleim orangefarbig; Sohlenschleim farblos.

Bei den Individuen der 4. Generation, die mit einer weißlichen Farbe aus dem Ei kamen, war der Grundton rot. — Ähnlich gefärbte *Ar. subfuscus* fand ich in Obstgärten des badischen Baulandes, und Simroth (112. S. 336) in Oberitalien.

4. Arion hortensis Férussac.

Unmittelbar nach dem Verlassen der Eihülle: bläulichweiß; Ommatophoren blaugrau. Vier Tage zuvor waren sie noch violett gefärbt, was man deutlich sehen konnte, wenn man die Eier ins Wasser legte und die im Ei umherkriechenden Schneckchen mit schwacher Vergrößerung betrachtete.

Alter 4 Wochen: Grundfarbe bläulichweiß; Rücken blaugrau; auf Mantel und Rücken zwei dunkelblaue Längsbinden, die nach unten allmählich in die Grundfarbe übergingen.

Alter 6 Wochen: Grundfarbe blaugrau; Binden oben scharf begrenzt, nach unten allmählich in die Grundfarbe übergehend; äußere Sohlenfelder rotgelb.

Alter 4 Monate: Grundfarbe schwarzgrau; Binden schwarz und oben scharf begrenzt; ganze Sohle auffallend rotgelb gefärbt. Körperschleim gelb.

Mit einem Alter von 5 Monaten war *Ar. hortensis* ausgefärbt: Die schwarzgrauen Stellen waren gelblichbraun, die schwarzen aber dunkelbraun geworden, weil sich im 5. Monat viel orangefarbiger Schleim gebildet hatte. Sohle auffallend rotgelb. In der 5. Generation erhielten manche Individuen hellgelbe Seiten. — Einen Kiel besaß *Ar. hortensis* weder in der Jugend, noch im Alter.

5. Arion bourguignati Mab.

(*Ar. circumscriptus* Johnst.)

hatte unmittelbar nach dem Verlassen der Eihülle eine bläulichweiße Grundfarbe, zwei scharfe dunkle Längsbinden auf Mantel und Rücken, einen hellen Kiel, der vom Mantel zur Schwanzdrüse führte, und eine weiße Sohle.

Mit einem Alter von 8½ Monaten war *Ar. bourguignati* ausgefärbt: Grundfarbe graubraun; Binden dunkel und beiderseits scharf begrenzt; Fußrand und ein darüber liegender Streifen gelblichweiß; Sohle weiß; Körper- und Sohlenschleim farblos.

6. Arion minimus Simroth.

(*Ar. intermedius* Norm.)

Die Tiere hatten beim Verlassen der Eihülle eine weißliche Körperfarbe und violette Ommatophoren. Die Haut war durchscheinend, so daß man die Eingeweide sehen konnte.

Mit einem Alter von 8—8½ Monaten waren die Schneckchen ausgefärbt und hatten folgendes Aussehen: Körperfarbe gelblichweiß; die kurzen Ommatophoren und der Nacken dunkel gefärbt; vorderer Mantelrand, Schwanzspitze, Fußrand und äußere Sohlenfelder gelb; Körper- und Sohlenschleim gelb.

7. Limax cinereoniger Wolf.

Die Stammutter war einfarbig schwarzgrau. Ob sie mit einem gleichfarbigen, gefleckten oder gebänderten Artgenossen kopuliert hatte, weiß ich nicht, da ich sie in erwachsenem Zustande einbrachte und dann isoliert hielt.

Erste Generation.

Ausgeschlüpft im September 1903 und bis Mai 1904 in einem temperierten Raume gehalten, dann im Keller.

Farbenveränderungen:

Beim Verlassen der Eihülle: gelblichweiß, durchscheinend. Ommatophoren violett. Mit einem Alter von 8 Tagen: Alle Tiere rötlich. Manche haben keine, andere 2

schwache und wieder andere Individuen derselben Brut 2 scharfe Längsbinden (Stammbinden) auf Rücken und Mantel.

Bezüglich der Bezeichnung der Längsbinden folge ich SIMROTH (104), der Stammbinden, innere und äußere Binden unterscheidet. Die inneren Binden liegen über, die äußeren unter den Stammbinden. Letztere setzen sich auf den Mantel fort, die anderen nicht.

Alter der Tiere 16 Tage: Grundfarbe rötlich; Ommatophoren violett. Binden: keine, 2 schwache oder 2 scharfe, schwarze Stammbinden.

Alter der Schnecken 1½ Monate: Grundfarbe rötlich; Ommatophoren violett. Die Runzeln von Rücken und Mantel beginnen zu dunkeln.

Binden: keine, 2 schwache oder 2 kräftige Stammbinden, die breiter geworden und oben scharf begrenzt sind, nach unten sich aber allmählich verlieren.

Alter 4 Monate (Januar 1904): Grundfarbe rötlich; Runzeln mehr gedunkelt; Kiel hell.

Die Stammbinden sind breiter geworden. Erst im 5. Monat erhielten die mit 2 kräftigen Stammbinden versehenen Tiere noch 2 innere Binden.

Alter 9 Monate (Juni 1904):

Die Grundfarbe ist verschieden:

α) Grundfarbe rötlich; Runzeln des Mantels und Rückens schwärzlich.

β) Grundfarbe schwarzgrau; gleichmäßig gedunkelt; Kiel weißlich.

γ) Grundfarbe schwarzgrau; zwei breite, schwarze Stammbinden und zwei schwarze innere Binden.

δ) Grundfarbe schwarzgrau; Stammbinden breit, innere Binden in Flecken aufgelöst.

Alter der Tiere 1 Jahr (Sept. 1904):

Ausgefärbt. Kiel weißlich. Seitenfelder der Sohle schwarzgrau. Mittelsohle weiß.

Im übrigen sind die Schnecken:

α) Einfarbig schwarzgrau. (In der Jugend hatten sie keine oder doch nur 2 schwache Stammbinden).

β) Schwarzgrau und schwarz gefleckt, da sich die Binden in Flecken aufgelöst hatten.

γ) Schwarzgrau und schwarz gestreift, da sich die Binden nicht in Flecken aufgelöst hatten.

δ) Schwarzgrau mit schwarzen Flecken und Streifen. In diesem Falle hatten sich die inneren Binden in Flecken aufgelöst, die Stammbinden aber nicht.

So lieferte also ein einfarbiges Muttertier: einfarbige, gefleckte und gebänderte Nachkommen.

Die Stammbinden zeigten sich bald nach dem Ausschlüpfen der Schnecken. Innere Binden legten sich erst im 5. Monat an; äußere Binden erhielt *L. cinereoniger* nicht.

Die Dunkelung begann auf den Runzeln; der rötliche Grundton war bei manchen Individuen noch mit einem Alter von 9 Monaten vorhanden, verschwand aber dann allmählich.

Zur Nachzucht wurden durch alle Generationen ausnahmslos einfarbig schwarzgraue Tiere ausgewählt.

Zweite Generation.

Ausgeschlüpft im September 1905.

Mit einem Alter von 11 Monaten waren die Schnecken ausgefärbt:

1. einfarbig schwarzgrau,
2. schwarzgrau und schwarz gefleckt. Sohle wie bei der ersten Generation.

Dritte Generation.

Ausgeschlüpft im Oktober 1907.

Ausgefärbt nach 11—12 Monaten:

1. schwarzgrau und schwarz gefleckt,
2. einfarbig schwarzgrau.

Vierte Generation.

Ausgeschlüpft im Oktober 1909. Ausgefärbt nach einem Jahr. Alle Tiere sind einfarbig und zwar hellgrau oder dunkelgrau.

Über Zuchtversuche mit albinen *L. cinereoniger* werde ich bei dem Kapitel „Selbstbefruchtung" berichten.

8. Limax cinereus Lister

wurde gleichzeitig mit *L. cinereoniger* in denselben Räumen und unter denselben Bedingungen gezüchtet.

Als Stammeltern

benützte ich zwei Tiere, deren Mantel kleine, schwarze Flecken trug, und deren Binden ebenfalls in kleine Flecken aufgelöst waren.

Ausgeschlüpft waren die *L. cinereus* der 1. Generation zwei Tage später als die *L. cinereoniger* der 1. Generation, mit denen sie verglichen werden sollen.

Wie *L. cinereoniger*, so hatte auch *L. cinereus* beim Verlassen der Eihülle violette Ommatophoren und einen gelblichen, durchscheinenden Körper; aber nicht nur einige, sondern alle Individuen trugen gelbliche Stammbinden.

Schon nach 10 Tagen waren die Stammbinden scharf und schwarz geworden, und auch die Mantelrunzeln waren schon schwärzlich gefärbt.

Nach weiteren 4 Tagen war der Mantel schwarz gefleckt, und zu den 2 Stammbinden, die sich unterdessen verbreitert hatten, waren noch 2 innere und 2 äußere Binden hinzugekommen. Letztere bestanden aus schwarzen Flecken.

Bei *L. cinereoniger* wurden die inneren Binden erst im 5. Monat angelegt.

Vier Wochen nach dem Ausschlüpfen des *L. cinereus* hatten sich die Stammbinden nicht nur verbreitert, sondern an verschiedenen Stellen auch ausgebuchtet, also stärker verbreitert; die innern Binden waren in längliche Flecken aufgelöst.

Beim *L. cinereoniger* lösten sich die innern Binden nicht, oder erst im 9. und 10. Monat in Flecken auf.

Als *L. cinereus* vier Monate alt war, hatten sich bei manchen Individuen auch die Stammbinden schon in Flecken aufgelöst; bei den übrigen erfolgte die Auflösung im 5. und 6. Monat.

Die rötliche Grundfarbe wurde von manchen Tieren zeitlebens beibehalten, bei anderen durch Grau ersetzt. Bei den Individuen der drei folgenden Generationen war die Verfärbung eine ähnliche; auch lösten sich die Binden stets früher auf als bei *L. cinereoniger*.

Die Stammeltern einer zweiten Zuchtreihe hatten dadurch ein eigenartiges Aussehen, daß der Mantel mit sehr großen schwarzen Flecken bedeckt war, und daß die auffallend breiten Stammbinden nicht, die inneren Binden aber in lange Flecken aufgelöst waren.

Diese eigenartige Zeichnung vererbte sich; doch wurden bei manchen Individuen der ersten und zweiten Generation auch die Stammbinden in Flecken aufgelöst.

Bei den Individuen dieser Zuchtreihe wurden die äußeren Binden stets einige Tage vor den inneren angelegt. Mit einem Alter von zwei Jahren hatten die Tiere eine rotbraune Grundfarbe.

Kreuzungsversuche

zwischen *L. cinereoniger* und *L. cinereus* mißlangen, da *L. cinereoniger* vom (gleichaltrigen) *L. cinereus* regelmäßig an- und aufgefressen wurde.

9. Limax variegatus Drap.

(*Limax flavus* L.)

Die Jungen verließen die Eihülle in der Regel mit einer gelblichgrünen Grundfarbe und dunkelblauen Ommatophoren. Kamen sie mit einer gelblichweißen Farbe aus dem Ei, so wurden sie schon nach einigen Tagen gelblichgrün.

Mit einem Alter von zwei Monaten war *L. variegatus* ausgefärbt; doch war er viel dunkler als später. Erst während oder nach der ersten Legeperiode trat der gelbe Grundton hervor. Mit einem Alter von zwei Jahren schieden die Schnecken dann auch goldgelben bezw. rotgelben Schleim ab.

10. Limax arborum Bouche-Contraine,

die ihre Embryonalentwicklung bei höherer Temperatur in 24—26 oder 36—40 Tagen durchmachten, verließen die Eihülle mit einer hellgrauen Grundfarbe und 2 dunkeln Längsstreifen auf dem Mantel.

Nach 14 Tagen waren die Schneckchen stark gedunkelt, und bei manchen zeigten sich auch auf dem Rücken 2 dunkle Längsstreifen.

Mit einem Alter von 1 ½ Monaten war die Grundfarbe immer noch dunkler als bei den erwachsenen Tieren; der Kiel aber war weißlich und der Hinterleib durchscheinend geworden.

Gegen Ende des ersten Lebensjahres hatten die Schnecken eine mäusegraue Grundfarbe, einen weißlichen Kiel, zwei dunkle Längsstreifen auf dem Mantel bezw. Rücken, eine weißgraue Sohle und farblosen Schleim.

Jene Individuen, die ihre Embryonalentwicklung bei niedrigerer Temperatur in 112—120 Tagen (im Keller) durchmachten, schlüpften mit einer gelblichweißen Farbe und ohne dunkle Längsstreifen aus dem Ei, verfärbten sich dann aber genau so wie die obengenannten Schnecken.

Hier zeigte sich wieder ganz deutlich, daß Gelb eine Vorstufe des schwarzen Pigments ist.

11. Limax tenellus Nilss.

hatte beim Verlassen der Eihülle eine gelbliche Grundfarbe. Ommatophoren, Mantel und hinteres Körperende waren violett, nach 1 ½ Monaten aber blau gefärbt.

Mit einem Alter von 6 Monaten war *L. tenellus* ausgefärbt: Grundfarbe gelb; Ommatophoren, Mantel und Schwanzende dunkel. Manche hatten auf dem Mantel 2 dunkle Längsstreifen. Körperschleim gelb.

Nach der ersten Eiablage wurden die Tiere dunkler, weil sich in der Haut dunkles Pigment bildete.

12. Limax agrestis L.

kam weißgrau aus dem Ei und sah einige Tage hernach aus, als ob er mit Mehl bestäubt wäre. In den zwischen den Hautrunzeln gelegenen Rinnen bildete sich dunkles Pigment, während die Runzeln selbst eine rötliche Farbe erhielten.

Nach 2 Monaten waren die Tiere ausgefärbt.

13. Amalia marginata Draparnaud.

Junge *Amalien*, die ihre Embryonalentwicklung in feuchter Erde oder zwischen feuchtem Moose durchmachten, hatten beim Verlassen der Eihülle eine hellgraue Grundfarbe. Körper und Mantel waren mit schwarzblauen Punkten besetzt. Außerdem besaß der Mantel 2 Längsbinden, die aus dicht zusammengelagerten blauen Punkten bestanden.

Die während des Embryonallebens violetten Ommatophoren hatten ebenfalls eine schwarzblaue Farbe angenommen. Der scharfe, weiße Kiel begann am hinteren Mantelrande und führte zum Hinterende des Körpers.

Amalien, die ihre Embryonalentwicklung unter Wasser durchmachten, waren beim Verlassen der Eihülle weiß gefärbt, hatten aber schon nach 2—3 Tagen die hellgraue Grundfarbe und schwarzblaue Punkte.

Im großen und ganzen ist über die Verfärbung der *Amalia marginata* wenig zu sagen. Sie dunkelte wohl etwas, und die schwarzblauen Punkte und Ommatophoren wurden schwarz, aber auch die fortpflanzungsfähigen Tiere hatten noch eine hellgraue Grundfarbe. Erst nach der zweiten oder dritten Eiablage ging sie ins Bräunliche über. Mit einem Alter von 1½ Jahren waren die Schnecken rotbraun, mit 2—2½ Jahren dunkelbraun gefärbt. Die Sohle blieb gelblichweiß und der Körperschleim weißlich.

Nach Leydig (77. S. 274) wird *Amalia marginata* im Herbst dunkler. Das trifft nicht allgemein zu; denn die Dunkelung hängt nicht von der Temperatur ab, sondern vom Lebensalter der Tiere. Das erhellt schon daraus, daß sie auch im Frühling und Sommer dunkelten, wenn sie ein bestimmtes Alter erreicht hatten. — Daß man (112. S. 328) in Oberitalien am selben Orte helle und dunkle *Amalia marginata* zusammen antrifft, von denen die ersteren sich dann umfärben, ist nach dem Gesagten auf das verschiedene Alter der Tiere zurückzuführen.

14. Campylaea cingulata Studer

hatte nach dem Verlassen der Eihülle einen bläulich angehauchten Rücken, eine weiße Sohle und ein fast farbloses, durchsichtiges Gehäuse.

Nach 14 Tagen war der Rücken bläulich und die Sohle schmutzig-weiß geworden, während die Gehäusefarbe insofern differierte, als die Nachkommen von Stammeltern mit gebändertem Gehäuse eine bräunliche, die Nachkommen albiner Eltern aber weiße Schale erhalten hatten.

Sechs bis acht Wochen nach dem Verlassen der Eihüllen hatten die Nachkommen gebänderter Eltern auf ihrem schmutzigweißen Gehäuse ausnahmslos ein braunes Band angelegt, während sämtliche Nachkommen albiner *Campylaeen* ein weißes, ungebändertes Haus besaßen. Dabei war es ganz gleichgültig, ob sie ihre embryonale und postembryonale Entwicklung in der Tageshelle oder in der Dunkelheit, bei höherer oder niederer Temperatur durchgemacht hatten.

Belichtung und Temperatur blieben also insofern ohne Einfluß auf die Verfärbung der Gehäuse, als gebänderte Eltern ausschließlich Nachkommen mit gebändertem, und albine solche mit weißem, ungebänderten Gehäuse erzeugten und zwar durch drei Generationen.

15. Helix arbustorum L.

hatte nach dem Verlassen der Eihülle einen bläulichen Grundton und ein bräunliches, durchscheinendes Gehäuse. Die erwachsenen Tiere hatten einen schwarzen Rücken und eine graue Sohle, während das mit einem dunklen Bande versehene Gehäuse eine dunkelbraune Farbe, aber eine weiße Lippe hatte. Gelbliche Flecken und Stricheln fehlten.

Bemerkt sei, daß *Helix arbustorum* ausschließlich im Keller gehalten wurde.

16. Die über die Verfärbung der Landpulmonaten angestellten Versuche und Beobachtungen haben ergeben:

a) Farbe und Zeichnung werden vererbt.

b) Die Farben werden schon während des embryonalen Lebens angelegt, in der Regel aber erst im postembryonalen ausgebildet.

c) Das embryonale Gelb ist eine Vorstufe von Schwarz, also eine Vorstufe von dunklem Pigment.

Bei allen Schnecken, die am Ende des Embryonallebens oder nach dem Ausschlüpfen einen mehr oder weniger gelben Ton haben, bildet sich mehr oder weniger dunkles Pigment. Hier scheint eine Tyrosinase mitzuwirken.

d) Rosarot ist die Vorstufe von Dunkelrot und Violett, und daraus geht Blau, bezw. Schwarz hervor. Auch hier scheint eine Tyrosinase mitzuwirken.

e) Das gelbe bezw. rote Pigment, das mit dem Schleim entleert wird, entwickelt sich erst im postembryonalen Leben.

Auch dieses Pigment wird vererbt, kann aber durch gleichmäßige mittlere Temperatur gefördert, durch chemische Einflüsse aber unterdrückt werden.

f) Schwarzes Pigment wird durch gleichmäßige mittlere Temperatur in seiner Entwicklung gehemmt.

g) *Limax cinereoniger*, die glashell aus dem Ei schlüpfen und dieses Aussehen auch in den nächsten 5—8 Tagen beibehalten, werden schneeweiß, also albin. Im 3. Lebensjahre erhalten sie aber eine gelbliche Farbe und scheiden dann auch gelblichen Schleim ab.

Mit dem Körperpigment steht das Pigment der Leber und der Zwitterdrüse in einem gewissen Zusammenhang. Sehr auffallend zeigte sich das bei *Limax cinereoniger:* Je heller die Schnecken gefärbt waren, desto heller waren Leber und Zwitterdrüse. Bei schwarzgrauen Tieren waren sie dunkel, bei den albinen aber gelblich bezw. gelblichweiß gefärbt.

Simroth (112, S. 295), der die Nacktschnecken der Südalpen an Ort und Stelle eingehend untersuchte, fand, daß beim oberitalienischen *Limax maximus* (*L. cinereus* und *L. cinereoniger*) die roten und gelben Töne, welche in Deutschland zumeist nur im Jugendzustande hervortreten, vielfach bis ins Alter bestehen bleiben und sich in manchen Fällen zu lebhaftem Zitronengelb und Karmin erhöhen. Weiter beobachtete er, daß die Pigmentzellen ihren Inhalt nach außen entleeren

und zu Farbdrüsen werden, wie wir es in unserem Vaterlande nur von *Limax tenellus*, von den *Arion*-Arten und in geringem Grade von *Amalia gracilis* kennen.

Die Ursache für diese großartige Umfärbung ist nach Simroth (108, S. 597/58) das Klima.

Daraus, „daß *Arion empiricorum* nicht nur in unseren Gebirgen schwarz wird, sondern ebensogut an seiner Südgrenze in Portugal," schließt Simroth (111, S. 323), „daß erhöhte Temperatur auf die Verfärbung gerade so wirkt wie erniedrigte."

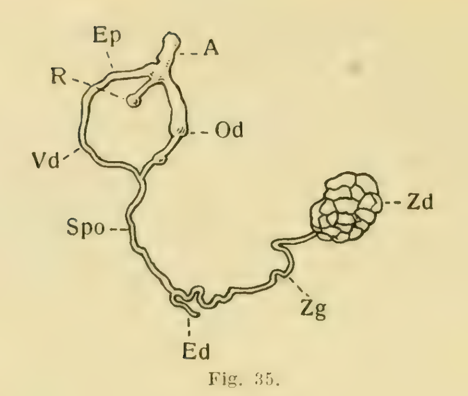


Fig. 35.

Fig. 36. Fig. 37.

Geschlechtsorgane des *Arion simrothi* Künkel.

Fig. 35 wurde einem 6 Monate alten, Fig. 36 einem 9 Monate alten Tiere entnommen. Fig. 37 stammt von einem *Ar. simrothi*, der schon 4 mal Eier abgelegt hatte. A = Atrium. Ed = Eiweißdrüse. Ep = Epiphallus (Patronenstrecke). Od = Ovidukt. R = Receptaculum seminis (Bursa copulatrix). Spo = Spermaovidukt. Vd = Vas deferens. Zd = Zwitterdrüse. Zg = Zwittergang. Vergrößerung: Fig. 35 = 2 : 1 ; Fig. 36 = 3 : 2 ; Fig. 37 = 3 : 2.

IV. Kapitel.

Geschlechtsreife und Kopula.

1. Entwicklung der Sexualorgane.

Am frühesten ist stets die Zwitterdrüse entwickelt. Schon zu einer Zeit, in der die übrigen Teile des Geschlechtsapparates noch recht klein und unscheinbar sind, hat sie eine ganz ansehnliche Größe erreicht. Ausgewachsen ist sie aber erst 1½—2 Monate vor der ersten Eiablage. Vergleiche die Figuren 35 und 36.

Die Farbe der Zwitterdrüse differiert nicht nur bei Individuen verschiedener Arten, sondern auch bei solchen der gleichen Art. In der Regel haben hellgefärbte Tiere auch eine hellere Zwitterdrüse als dunklere. So ist sie bei schwarzen oder schwarzgrauen *L. cinereoniger* dunkelbraun, bei gelblichen oder albinen aber weiß oder gelblichweiß gefärbt. Ausnahmslos weiß oder gelblichweiß ist die Zwitterdrüse gefärbt bei: *Amalia marginata*, *Campylaea cingulata*, *Helix arbustorum* und *Helix pomatia*.

Wie das dunkle Pigment der Körperhaut und der Ommatophoren, so hat auch das der Zwitterdrüse zuerst eine rosarote und dann eine violette Farbe.

Daß pigmenthaltige Zwitterdrüsen alter Schnecken viel dunkler erscheinen als die erwachsener, aber jüngerer Artgenossen, rührt unter anderm daher, daß die Zwitterdrüse mit der Ausstoßung von Sperma und Eiern ihr Volumen verkleinert, wodurch die Farbstoffe mehr zusammengedrängt werden.

Nächst der Zwitterdrüse ist es der Zwittergang, der früher entwickelt ist als die übrigen Teile der Geschlechtsorgane. Es ist das auch nötig, weil er das die Zwitterdrüse verlassende Sperma aufzunehmen hat, mit dem er über und über erfüllt ist, noch ehe die übrigen Leitungswege ausgebildet und die Kopulationsorgane funktionsfähig geworden sind.

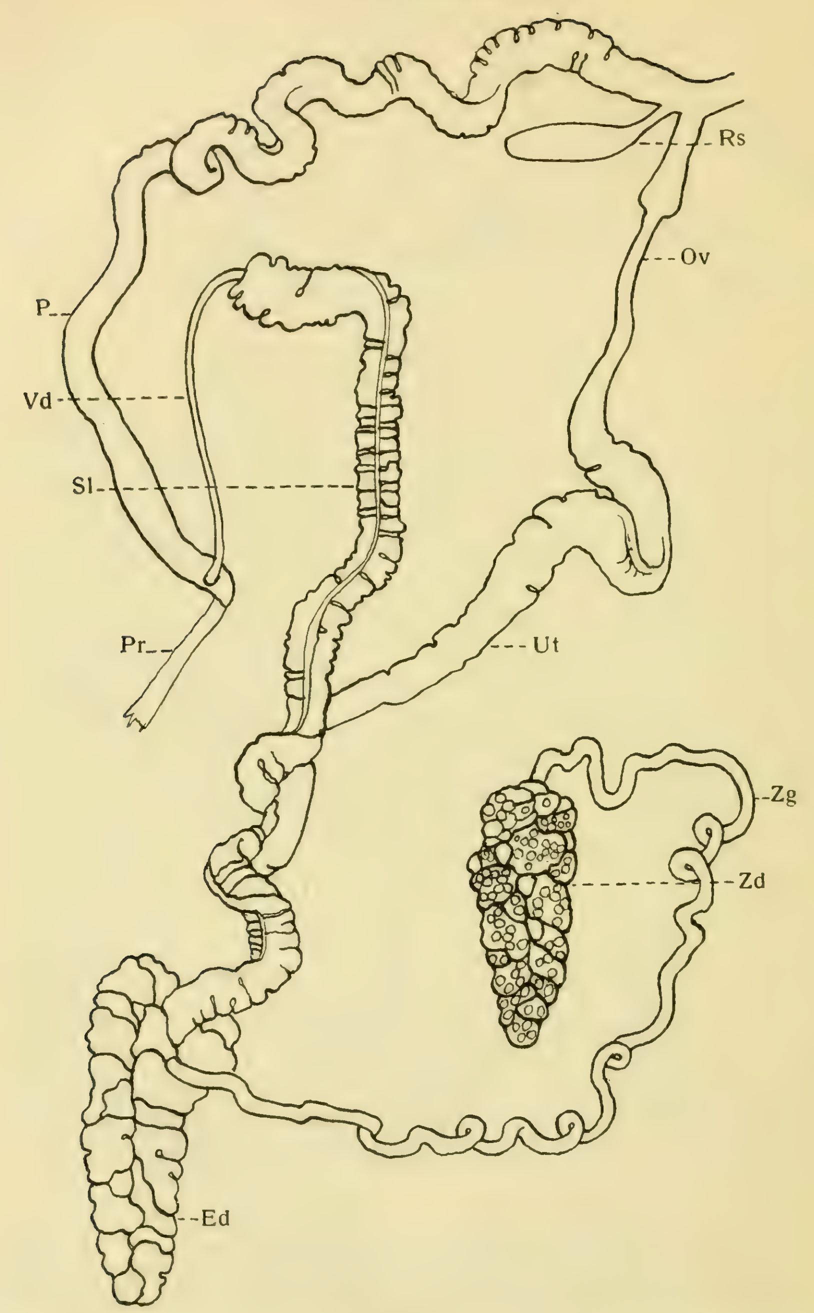


Fig. 38.
Geschlechtsapparat eines sehr großen, durch Selbstbefruchtung erzeugten, 2 ½ Jahre alten *Limax cinereoniger*. (Natürliche Größe.)

Ed = Eiweißdrüse. Ov = Ovidukt. P = Penis. Pr = Penisretraktor. Rs = Receptaculum seminis. Sl = Samenleiter. Ut = Uterus. Vd = Vas deferens. Zd = Zwitterdrüse. Zg = Zwittergang.

Die Nacktschnecken haben einen verhältnismäßig längeren Zwittergang als die *Heliciden*. Auffallend lang ist er bei *Limax cinereoniger*. Vergleiche Figur 38 mit Figur 39.

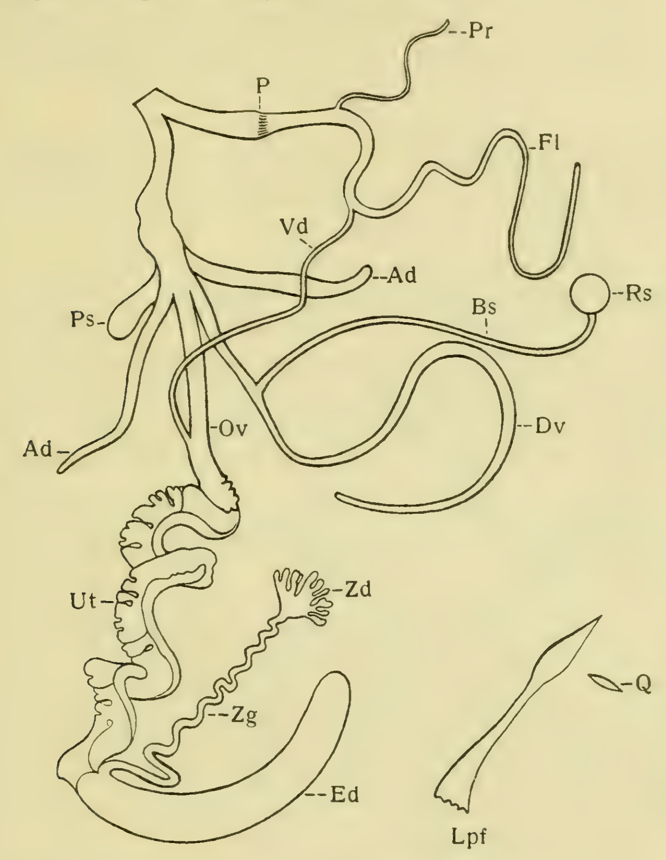


Fig. 39.
Geschlechtsapparat einer dreijährigen albinen *Campylaea cingulata*.
Gezeichnet im Verhältnis von 2 : 1. — Liebespfeil stark vergrößert.

Ad = Anhangsdrüse. *Bs* = Blasenstiel. *Dv* = Divertikel. *Ed* = Eiweißdrüse. *Fl* = Flagellum. *Ov* = Ovidukt. *P* = Penis. *Pr* = Penisretraktor. *Ps* = Pfeilsack. *Rs* = Receptaculum seminis. *Ut* = Uterus. *Vd* = Vas deferens. *Zd* = Zwitterdrüse. *Zg* = Zwittergang. — *Lpf* = Liebespfeil. *Q* = Querschnitt durch den Pfeil.

Die Eiweißdrüse entwickelt sich bei allen Landpulmonaten stets an letzter Stelle.

Nach eingetretener Geschlechtsreife war sie nur in der Anlage vorhanden, und nach der ersten Kopulation war sie selbst bei den größten *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger* nur 4—5 mm lang und 2—3 mm breit (siehe Figur 36), wuchs dann aber rasch heran und hatte $1^1/_2$—2 Monate nach eingetretener Ge-

schlechtsreife, bezw. nach der ersten Kopula, ihre volle Größe erreicht und maß im günstigsten Fall 40—50 mm in die Länge und 18—22 mm in die Breite.

Bei sämtlichen Nacktschnecken ist die Eiweißdrüse flockig, bei den *Heliciden* aber mehr kompakt und glatt. (Vergleiche Figur 38 u. 39.)

Gleichzeitig mit der Eiweißdrüse entwickeln sich, in Vorbereitung für die bevorstehende Eiablage, auch die Uterusdrüsen. Die damit verbundene Volumvergrößerung ist ganz besonders auffallend am Uterus solcher Schnecken, die das Ei mit einer dicken Gallertschicht umgeben, wie die *Limaces* und *Amalien*.

Was ich bezüglich der Entwicklung der Sexualorgane bei den Landpulmonaten fand, stimmt mit den Angaben Eisigs (25) überein, der als erster im Jahre 1869 die Entwicklung der Geschlechtsorgane des *Limnaeus auricularis* untersuchte und dabei konstatierte (25, S. 310):

„a) daß der Penis sich weit rascher entwickelt als der Ovidukt;

b) daß das Vas deferens einem weitaus rascheren Wachstum unterliegt als der Ovidukt.

Alle diese Teile des Genitalapparats übertrifft aber die Zwitterdrüse und ihr Ausführungsgang an energischer Entwicklung, so daß sie sowohl an Volumen relativ am schnellsten zunehmen, als auch histologisch absolut schon frühe die am weitesten vorangeschrittene Differenzierung zeigen. Wir treffen bereits ausgebildete Geschlechtsprodukte in dieser Drüse, wenn die Ausführgänge (Vas deferens und Ovidukt) noch aus embryonalen Zellen bestehen und so an eine Funktion derselben noch gar nicht zu denken ist.

Von den Geschlechtsprodukten endlich erfahren die Samenkeime eine frühere Ausbildung als die Eikeime, so daß wir in sehr frühen Stadien, wenn manche Follikel der Drüse bereits prall von Spermatozoen und deren Keimen erfüllt sind, vergebens nach einigermaßen ausgebildeten Eiern suchen können.

Hieraus folgt in Verbindung mit obigen Sätzen allgemein:

c) daß sowohl die männlichen Geschlechtsprodukte als auch die männlichen Teile des Geschlechtsapparats sich rascher als die weiblichen entwickeln."

Gegen Ende des Legegeschäftes schrumpften die Sexualorgane. Am auffallendsten zeigten sich die Volumveränderungen

an der Zwitterdrüse der *Arionen*. (Vergleiche Figur 36 u. 37.) War ihr Volumen nach eingetretener Geschlechtsreife gleich 1, so betrug es nach beendetem Legegeschäft $^1/_5$ oder gar nur $^1/_{10}$. Aber auch Uterus und Penis schrumpften gegen Ende des Legegeschäftes, also nach der geschlechtlichen Erschöpfung, ganz bedeutend zusammen.

Der Epiphallus des *Arion simrothi* zeichnet sich durch eine an seinem unteren Teile befindliche ringförmige Anschwellung aus. (Siehe Figur 36 u. 37.)

Penislänge.

Bei erwachsenen *Limax cinereoniger* war der Penis stets länger als bei annähernd gleichgroßen *Limax cinereus*. So maß er bei einem 150 mm langen *L. cinereoniger* 150 mm, bei einem 120 mm langen *L. cinereus* aber nur 56 mm. In einem anderen Fall maß der Penis eines 130 mm langen *L. cinereoniger* 125 mm, der eines 118 mm langen *L. cinereus* aber nur 50 mm.

Genaue Messungen, die ich daraufhin vornahm, haben ergeben:

Bei erwachsenen *Limax cinereoniger* ist der Penis so lang oder doch fast so lang, bei *L. cinereus* aber nur halb so lang als die kriechende Schnecke.

Bezieht man die Penislänge auf die Länge des durch Chloroform getöteten Tieres, so ergibt sich:

Der Penis des *Limax cinereus* ist ebenso lang, der des L. *cinereoniger* aber 1½—1¾mal so lang als die durch Chloroform getötete Schnecke.

Auch in der Penislänge haben wir einen Beweis dafür, daß *Limax cinereus* und *L. cinereoniger*, die man bisher unter der Bezeichnung *Limax maximus* zusammenfaßte, zwei verschiedene Arten sind.

Nach Simroth (112, S. 298) hat J. W. Taylor beobachtet, daß *Limax cinereus*, den er als *Limax maximus* bezeichnet, nicht nur einen kürzeren Penis, sondern auch schlankere Zähne hat als *L. cinereoniger*.

Bei den Messungen, die Simroth (112, S. 316 u. f.) bei *Limax maximus* vornahm, „betrug die kürzeste Rute ein Viertel, die längste das Dreifache der Körperlänge."

Wie es scheint, hat Simroth seine Untersuchungen an Tieren vorgenommen, die in Alkohol konserviert waren. Ich schließe das aus den Worten (l. c. S. 316): „Die Differenzen sind so stark, daß es auf die wechselnde Kontraktion des Tieres im Alkohol verschiedenen Grades

nicht viel ankommt, zumal die Verkürzung auch die inneren Organe mit betreffen wird, wiewohl schwächer."

Nach meinen Beobachtungen eignen sich Alkoholpräparate zu derartigen Messungen nicht gut, da Schnecken, die in Alkohol getötet werden, sich zu sehr verkürzen, sodaß kein gleichmäßiges Ergebnis erzielt werden kann.

2. Alter der Schnecken beim Eintritt der Geschlechtsreife.

Durch anatomische Untersuchung und Beobachtung der Kopula habe ich festgestellt:

a) Die Nacktschnecken werden teils im ersten, teils im zweiten Lebensjahre geschlechtsreif[1].

Im ersten Lebensjahre tritt die Geschlechtsreife ein bei: sämtlichen *Arionen*, *Limax agrestis*, *L. tenellus*, *L. variegatus* und *Amalia marginata.*

Im zweiten Lebensjahre werden geschlechtsreif: *Limax arborum*, *Limax cinereus* und *L. cinereoniger.*

b) Bei den Gehäuseschnecken tritt die Geschlechtsreife teils im ersten und zweiten, teils im dritten und vierten Lebensjahr ein.

Es waren geschlechtsreif mit einem Alter von:

4 — 7	Monaten:	*Arion hortensis*
4½— 6	„	*Limax agrestis*
6 — 9½	„	*Amalia marginata*
7 — 9	„	*Limax tenellus*
7 — 9½	„	*Arion minimus*
8 — 9	„	*Arion bourguignati*
8 — 9	„	„ *simrothi*
8½— 9	„	„ *subfuscus*
8½—10	„	„ *empiricorum*
9 —11	„	*Limax variegatus*
1½—1¾	Jahren:	*Limax arborum* „ *cinereoniger* „ *cinereus*
1 —1¾	„	*Campylaea cingulata* *Helix arbustorum*
2¾—3¾	„	*Helix pomatia.*

[1] Schapiro (89a. S. 99) glaubte, daß alle Nacktschnecken im ersten Lebensjahre fortpflanzungsfähig würden.

Die in obiger Zusammenstellung bei einzelnen Arten stark hervortretenden Differenzen wurden hauptsächlich dadurch veranlaßt, daß die Schnecken zu verschiedenen Jahreszeiten ausschlüpften und deshalb unter mehr oder weniger günstigen Lebensbedingungen aufwuchsen.

Ar. hortensis, die Ende März ausschlüpften, ihre Entwicklung also in der wärmeren Jahreszeit durchmachten, waren schon mit 4 Monaten geschlechtsreif, während andere, die erst Ende Oktober die Eihülle verließen, erst mit 7 Monaten geschlechtsreif wurden.

Arion minimus, die im Februar ausschlüpften, waren mit 7, solche, die Anfang September die Eihülle verließen, erst mit 9 Monaten geschlechtsreif.

Limax tenellus, die im März ausschlüpften, waren im Oktober, also mit 7 Monaten geschlechtsreif, während jene, die im Dezember aus dem Ei kamen, erst im September, also erst mit einem Alter von 9 Monaten geschlechtsreif waren.

Wurde *Amalia marginata* während der kühleren Jahreszeit in einem temperierten Raume gehalten, so war sie in 6—6 ½ Monaten, im Keller aber erst mit 9—9 ½ Monaten geschlechtsreif.

Günstige Lebensbedingungen fördern also nicht nur das Wachstum, sondern auch die Geschlechtsreife.

Von *Limnaea* abgesehen, fiel bei den Gehäuseschnecken der Eintritt der Geschlechtsreife mit dem Abschluß des Schalenwachstums zusammen. War das Gehäuse ausgebaut, so waren die Schnecken geschlechtsreif.

Campylaeen und *Helix arbustorum*, die im Juni ausschlüpften und stets im Keller gehalten wurden, waren im nächsten Mai und Juni, also mit einem Alter von 11—12 Monaten geschlechtsreif, während solche, die ebenfalls im Juni ausschlüpften, aber unter weniger günstigen Lebensbedingungen, bezw. im Freien gehalten wurden, erst mit 1 ¾ Jahren geschlechtsreif wurden.

In der freien Natur dürften *Campylaea cingulata* und *Helix arbustorum* stets erst im zweiten Lebensjahre fortpflanzungsfähig werden.

Helix pomatia wurde in der Regel erst im 4. Lebensjahre fortpflanzungsfähig. Nur jene Individuen, die ihren Geschwistern

im Wachstum vorausgeeilt waren, wurden schon im Frühling des dritten Lebensjahres geschlechtsreif. Am Ende des zweiten Lebensjahres enthielt wohl der gut entwickelte Zwittergang viel Sperma, aber die Kopulationsorgane waren noch nicht ausgebildet. — Würden die Weinbergschnecken, wie Meisenheimer (84. S. 118) angibt, normalerweise nur 2—3 Jahre leben, so kämen sehr wenige zur Eiablage.

Nach eingetretener Geschlechtsreife sind wohl die männlichen Geschlechtszellen entwickelt, nicht aber die weiblichen. Erstere verlassen die Zwitterdrüse und sammeln sich im Zwittergang an. Frei von Sperma ist aber die Keimdrüse deshalb nicht; denn es bildet sich, bis zur geschlechtlichen Erschöpfung, stets wieder neues.

6—8 Wochen nach eingetretener Geschlechtsreife, bezw. erster Kopulation, setzen die Schnecken die ersten Eier ab. Die Gesamteizahl sowie die Zahl der Eisätze, die ein Tier während einer Legeperiode abgibt, ist, wie wir später sehen werden, selbst bei Individuen derselben Art großen Schwankungen unterworfen.

Leben die Schnecken unter günstigen Bedingungen, so hängt die Eizahl eines Geleges hauptsächlich davon ab, wie viele Eizellen gleichzeitig so weit entwickelt sind, daß sie ausgestoßen und mit den nötigen Hüllen umgeben werden können.

3. Kopula.

Leben die Schnecken unter günstigen Bedingungen, so wird, wie ich während der Zuchtversuche beobachtete, die Kopula von denselben Tieren öfters ausgeführt bei:

allen *Arion*-Arten, *Limax agrestis*, *L. tenellus*, *Helix pomatia*, *H. arbustorum* und *Campylaea cingulata*.

Es ist anzunehmen, daß auch die Individuen der übrigen Arten während einer Brunstperiode öfters kopulieren, doch bin ich nicht in der Lage, dies durch Beobachtung zu bestätigen.

Obgleich ich jahrelang von jeder Art mehrere Hundert erwachsene Schnecken in den Zuchträumen hatte, beobachtete ich die Kopula nur 3—4mal bei *Limax cinereoniger*, niemals aber bei *L. cinereus*, *L. variegatus*, *L. arborum* und *Amalia marginata*. Trotz alledem vermehrten sie sich aber doch ganz vorzüglich.

Bei der Kopula wurde das Sperma stets gegenseitig und gleichzeitig übertragen und zwar:

a) in flüssigem Zustande: bei *Limax cinereoniger;*

b) in einer Spermatophore bei: allen *Arion*-Arten, *Limax agrestis* und den *Heliciden.*

Genau habe ich die bei der Kopulation stattfindenden Vorgänge beobachtet bei *Arion empiricorum* und *Limax cinereoniger.*

a) Kopula des Arion empiricorum.

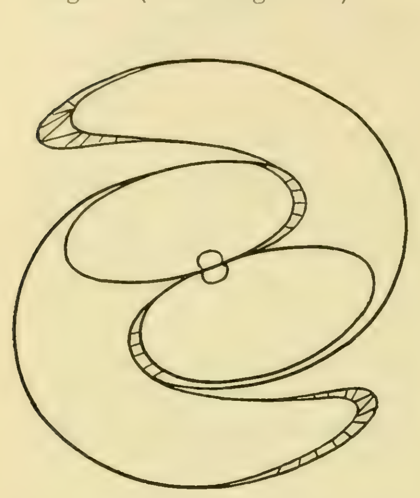
Bei ihr unterscheidet man zwei Phasen: erstens das Vorspiel und zweitens die geschlechtliche Vereinigung. Ersteres währt 15—20 Minuten, letztere 2 bis 2 ½ Stunden. Zwischen Vorspiel und geschlechtlicher Vereinigung liegt eine Ruhepause von etwa 5 Minuten.

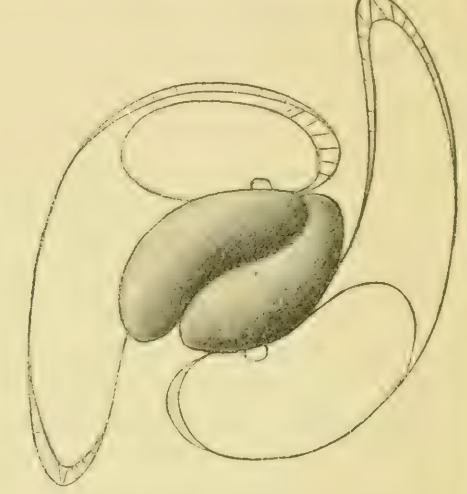
Trifft ein geschlechtlich erregter *Arion empiricorum* mit einem Artgenossen zusammen, so streckt er seine Ommatophoren möglichst weit aus, betastet damit seinen Kameraden und beleckt dann äußerst lebhaft dessen Schwanzdrüse.

Ist der aufgefundene Arion geschlechtlich nicht erregt, so sucht er sich den Liebkosungen seines Kameraden zu entziehen, was ihm aber nicht sofort gelingt; denn das erregte Tier, an dessen Geschlechtsöffnung von Zeit zu Zeit ein weißer Fleck sichtbar wird, folgt ihm unter ständigem Belecken der Schwanzdrüse nach und läßt erst dann von seinem Liebeswerben ab, wenn sich das voranschriechende Tier selbst nach 10 bis 20 Minuten noch ablehnend verhält.

Oft kommt es vor, daß das von dem brünstigen *Arion* umworbene Tier sich anfangs ablehnend verhält, dann aber selbst geschlechtlich erregt wird — was man daran erkennt, daß sich an der Geschlechtsöffnung ein weißer Fleck zeigt —, nach rechts umbiegt und seinen Partner an der rechten Mantelseite beleckt. Sektionsbefunde ergaben, daß das vorauskriechende, sich anfangs ablehnend verhaltende Tier stets eine sehr kleine, das andere aber eine vollentwickelte Eiweißdrüse besaß, also älter war als der Partner und wahrscheinlich schon einmal kopuliert hatte. Entgegen früherer Ansicht (104. S. 244 u. 89a. S. 146) wird also die Kopula schon vollzogen, ehe die Eiweißdrüse entwickelt ist.

Sind die zusammentreffenden Schnecken beide geschlechtlich erregt, so kriechen sie sofort unter gegenseitigem Belecken der Schwanzdrüsen im Kreise herum, nähern sich gegenseitig immer mehr und bleiben schließlich, die rechten Seiten der Vorderkörper aneinander gepreßt, mit eingezogenen Ommatophoren ruhig liegen. (Siehe Figur 40.)





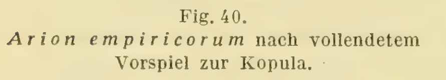


Fig. 40.
Arion empiricorum nach vollendetem Vorspiel zur Kopula.

Fig. 41.
Arion empiricorum in geschlechtlicher Vereinigung.

Nach etwa 5 Minuten quellen die Atria beider Schnecken plötzlich und gleichzeitig hervor und pressen sich fest aufeinander. (Siehe Figur 41.) Dabei werden die beiden Kopulanten etwas auseinander geschoben; denn die Atria werden von dem in sie einströmenden Blute mächtig aufgetrieben.

Trennt man jetzt die Schnecken gewaltsam, so gewahrt man im Grunde des Atriums einen kleinen stumpfen Kegel; es ist das untere Ende des etwas ausgestülpten Epiphallus, und daneben sieht man die Öffnung des ebenfalls etwas ausgestülpten Receptaculumhalses. Der Epiphalluskegel wird in den Receptaculumhals des Partners eingeschoben.

Etwa 5 Minuten nach der Ausstülpung der Atria bewegen sich die Kopulanten mehrmals kräftig gegeneinander, wobei die Atria noch etwas stärker hervortreten; dann aber bleiben die Schnecken wieder ruhig liegen; selbst an den ausgestülpten Teilen sind keine Bewegungen wahrzunehmen. Erst gegen Ende der Kopula gewahrt

man an den Atria pulsative Bewegungen, die anfangs nur mit der Lupe wahrzunehmen sind, bald aber so kräftig werden, daß sie auch mit unbewaffnetem Auge deutlich sichtbar sind. Dabei schwellen die Atria anfangs langsam, dann aber plötzlich ab, und schon 3—4 Minuten später sind sie wieder in den Körper eingezogen.

Nach der Trennung der Atria ragt aus der Receptaculumöffnung jedes Partners ein Spermatophorenende hervor, das beim Zurückziehen der ausgestülpten Kopulationsorgane mit eingezogen wird. Unmittelbar darauf kriechen die beiden Kopulanten davon, ohne sich weiter umeinander zu kümmern. Nur ein einziges Mal sah ich, wie der eine Partner den anderen auch nach der Kopula noch kurze Zeit beleckte.

Die Spermatophoren werden stets gegenseitig und gleichzeitig ausgetauscht. Eine einseitige Übertragung konnte ich nie konstatieren und zwar auch dann nicht, wenn der eine Kopulant bedeutend größer war als der andere.

Daraus erkennt man:

a) Daß die geschlechtliche Erregung nicht vom weiblichen, sondern vom männlichen Teile des Zwitters ausgeht, und

b) daß die Mündungen von Epiphallus und Receptaculum so gelagert sind, daß eine erfolgreiche Kopulation auch zwischen ungleichgroßen Tieren möglich ist.

Will man die

Spermatophore

behufs Untersuchung schon vor der Übertragung auf den Partner erhalten, so trennt man die kopulierenden Schnecken vorsichtig vermittelst zweier Pinzetten, die man so zwischen die beiden Tiere einführt, daß sich der eine Pinzettenast vor, der andere hinter den ausgestülpten Atria befindet, und zieht dann langsam nach außen. Die Atria schwellen ab, werden eingezogen und die Spermatophoren ausgestoßen.

Die Spermatophore, deren Gestalt und Größe vom Epiphallus abhängig ist, kann bis 30 mm lang sein. An ihr unterscheidet man drei Teile:

a) einen vorderen, weißlich aussehenden, kegelförmigen Teil, den Kopf,

b) einen mittleren, spindelförmigen Teil, der eine gelbliche Farbe hat, und

c) den kürzeren oder längeren Schwanz, welcher wasserhell erscheint. (Siehe Figur 42.)



Fig. 42.
Spermatophore eines *Aion empiricorum*. Dreifach vergrößert.

Die Spermatophorenhülle ist eine feste, zähe, wasserhelle Haut, die am spindelförmigen Teile nur deshalb gelblich erscheint, weil dort die Spermatozoen eingeschlossen sind, während Kopf und Schwanz solche nicht enthalten.

Der spindelförmige Teil der Spermatophore besitzt eine mit Widerhaken versehene, etwas spiralig verlaufende Längsleiste. Die Widerhaken sind aber nicht nach hinten gerichtet, wie frühere Angaben lauten (104. S. 233), sondern nach vorn; mithin kann ihr Zweck nicht der sein, ein Zurückweichen der in den Receptaculumhals eingeführten Spermatophore zu verhindern. Nach meinen Beobachtungen ist dazu eine Hemmungsvorrichtung überhaupt nicht nötig; denn die Spermatophore wird so tief in den Hals des Receptaculums eingeführt, daß ihr dickerer vorderer Teil frei in die Receptaculumblase hineinragt und schon deshalb nicht mehr nach außen entweichen kann.

Eine weitere bisher gemachte Annahme war, die Spermatozoen würden dadurch frei werden, daß die Spermatophorenhülle im Receptaculum aufgelöst werde. Daß die genannte Hülle im Receptaculum aufgelöst wird, ist richtig; bevor dies aber geschieht, sind die Spermatozoen schon frei geworden.

Bei Tieren, die ich unmittelbar nach beendeter Kopulation untersuchte, steckte der hintere Teil der Spermatophore noch im Halse des Receptaculums, während der vordere in die Blase hinein-

ragte, längs der Hakenleiste aufgerissen war, und die Spermatophore sich ihres Inhaltes fast vollständig entledigt hatte.

Bei Tieren, die 1—2 Stunden nach vollzogener Kopula seziert wurden, steckte die längs der Hakenleiste aufgerissene und völlig entleerte Spermatophorenhülle noch im Blasenhals, während sie bei Individuen, die 2½ bis 3 Stunden nach vollzogener Kopula untersucht wurden, völlig entleert und längs der Leiste aufgerissen, in der Blase selbst anzutreffen war.

Das Aufreißen der Spermatophore längs der Hakenleiste kann wohl nur dadurch bewirkt worden sein, daß die Widerhaken einen gewissen Widerstand leisteten, während die Spermatophore unter relativ starkem Druck und unter Drehung um ihre Längsachse in das Receptaculum eingeführt wurde.

Damit wäre die Bedeutung der Hakenleiste klar geworden: Sie dient zum Öffnen der Spermatophorenhülle.

Um zu ermitteln, wann die Spermatophore gebildet wird, sezierte ich die Schnecken, ehe sie das Vorspiel vollendet hatten, unmittelbar nach demselben, nach dem Hervorquellen der Atria, sowie 20 bezw. 30 Minuten nach begonnener geschlechtlicher Vereinigung.

Dabei fand ich:

Schon beim Vorspiel zur Kopula wird ein Teil der im Zwittergang aufgestapelten Spermatozoen dem *Vas deferens* und Epiphallus zugeführt; die Hauptmasse aber wird erst bei der Ausstülpung der Atria, wobei die geschlechtliche Erregung ihren Höhepunkt erreicht, dahin geleitet. Gleichzeitig treten dann auch die Epiphallusdrüsen in Tätigkeit, und schon 20 Minuten nach der geschlechtlichen Vereinigung ist die Spermatophore gebildet.

Von da bis zur vollständigen Übertragung auf den Partner vergehen aber noch fast 2 Stunden. Bei Tieren, die ich nach 1¾ stündiger geschlechtlicher Vereinigung trennte, war erst der Spermatophorenkopf nach außen getreten.

b) Kopula des Limax cinereoniger.

Bei meinen Zuchttieren beobachtete ich die Kopulation in 8 Jahren nur dreimal, obgleich ich alljährlich viele erwachsene

L. cinereoniger hatte und ich es nie an der nötigen Aufmerksamkeit fehlen ließ.

Aber auch in den genannten Fällen konnte ich nicht den ganzen Verlauf der Begattung verfolgen, da die geschlechtliche Vereinigung stets schon begonnen hatte, wenn ich die Tiere auffand.

Trotz aller Bemühungen gelang es mir nur ein einziges Mal, die Kopula samt Vorspiel zu beobachten. Es war am 20. Juni 1906.

Nachdem es bei großer Schwüle von früh morgens bis mittags 1/25 geregnet hatte, ließ der Regen nach, und ich unternahm eine Exkursion in einen Wald bei Ettlingen, in dem der *Cinereoniger* massenhaft vorkommt. Ich hatte Glück. 6^{32} Uhr traf ich an einem Baumstamme, in einer Höhe von etwa 70 cm, zwei sehr große, schwarzgraue *L. cinereoniger*, die im Kreise umherkrochen und sich die Schwanzenden beleckten. Es war das Vorspiel zur Kopula und währte bis 6^{47} Uhr, also 15 Minuten. Die Schnecken saßen schließlich mit weit ausgestreckten Ommatophoren nebeneinander und beleckten sich gegenseitig und äußerst lebhaft die vordere Körperpartie.

Nach einigen Sekunden stülpte sich der Penis der einen Schnecke und unmittelbar darauf jener der anderen auf eine Länge von etwa einem cm aus. In diesem Moment schieden die beiden Kopulanten viel Schleim ab, umschlangen sich unter ständigem Belecken spiralig und hielten sich nur noch mit dem hinteren Sohlenteil fest. Ohne den ausgeschiedenen Schleim wären sie sicher zu Boden gefallen.

Das Lecken wurde gieriger. Plötzlich (6^{49} Uhr) und gleichzeitig schossen die Penes beider Schnecken auf Körperlänge hervor, und man sah deutlich, wie sie durch eine in sie einströmende bläuliche Flüssigkeit, also durch Blut, ausgestreckt und ausgedehnt wurden, und wie eine rötliche, breiige Masse im Innern der Penisschläuche nach unten floß. Es war die Samenflüssigkeit. Einige Tropfen, die nach außen drangen und von mir aufgefangen wurden, enthielten viele Spermatozoen. Die Penes umschlangen sich mit ihren Enden spiralig, trennten sich aber sofort wieder und fuhren auseinander, umschlangen sich wieder und wiederholten dieses Spiel einige Male, um sich dann zu umfassen und der ganzen Länge nach spiralig einzurollen.

Der sogenannte Kamm, wie Simroth (104. S. 206) eine im Innern des eingezogenen Penisschlauches hinziehende Hautfalte nennt, lag jetzt an der Außenseite und verbreiterte sich zu einem etwa 10 mm breiten Bande, das sich an den Penis anlegte, sich mit ihm einrollte und seinen Rand ununterbrochen hob und senkte. Der Receptaculumstiel war ebenfalls ausgestülpt, wurde aber vom Kamm nicht bedeckt.

Die Penes umschlangen sich immer fester und verkürzten sich, wobei die Spiralgänge niederer wurden und das Sperma allmählich ausgepreßt wurde. Es tropfte aber nicht zur Erde, sondern floß, wie es schien, in eine Röhre, die sich am Penis des Partners dadurch gebildet hatte, daß sich der Kamm an den Penis anlegte.

Nun unterließen die Schnecken das gegenseitige Belecken und hingen ziemlich ruhig da. Nur die Körperrunzeln machten peristaltische Bewegungen, wie sie bei geschlechtlich nicht erregten Schnecken nie vorkommen; auch die Ränder der Kämme hoben und senkten sich noch sehr rasch.

38 Minuten nach der Ausstülpung der Penes versuchten die Schnecken davonzukriechen; doch gelang dies erst nach weiteren 20 Minuten, weil sich die Penes (von hinten her) nur langsam voneinander lösten.

Nach der Trennung wurden die schlaffen Penisschläuche noch einige Minuten nachgeschleppt und dann eingestülpt.

Das Vorspiel währte 15 Minuten, die geschlechtliche Vereinigung (bis zur vollständigen Loslösung) 58 Minuten, also rund eine Stunde.

Ob das Sperma durch die Bewegungen des Kammes in das Receptaculum befördert wurde, oder ob es in der durch den Kamm gebildeten Röhre haften blieb und sich dann nach der Einstülpung des Penis in diesem befand, konnte ich nicht feststellen, da ich die Schnecken aus Zeitmangel nicht sofort untersuchen konnte, sondern erst nach einigen Tagen.

Bei beiden Kopulanten war die rötliche Zwitterdrüse sehr groß, die Eiweißdrüse aber nur 8—9 mm lang und 3—4 mm breit, also noch unentwickelt. Es ist das ein Beweis dafür, daß beide Tiere erst kurz zuvor geschlechtsreif geworden waren.

Meine Zuchttiere lagen während der Begattung auf dem Boden ihres Stalles, hatten sich aber genau so umschlungen wie die in der freien Natur beobachteten. Auch sie schlepten den Penis nach der Trennung noch einige Minuten in schlaffem Zustande nach.

c) Die Brunstzeit

der einzelnen Individuen währt 2—3 Monate und fällt in die Zeit von April bis einschließlich November.

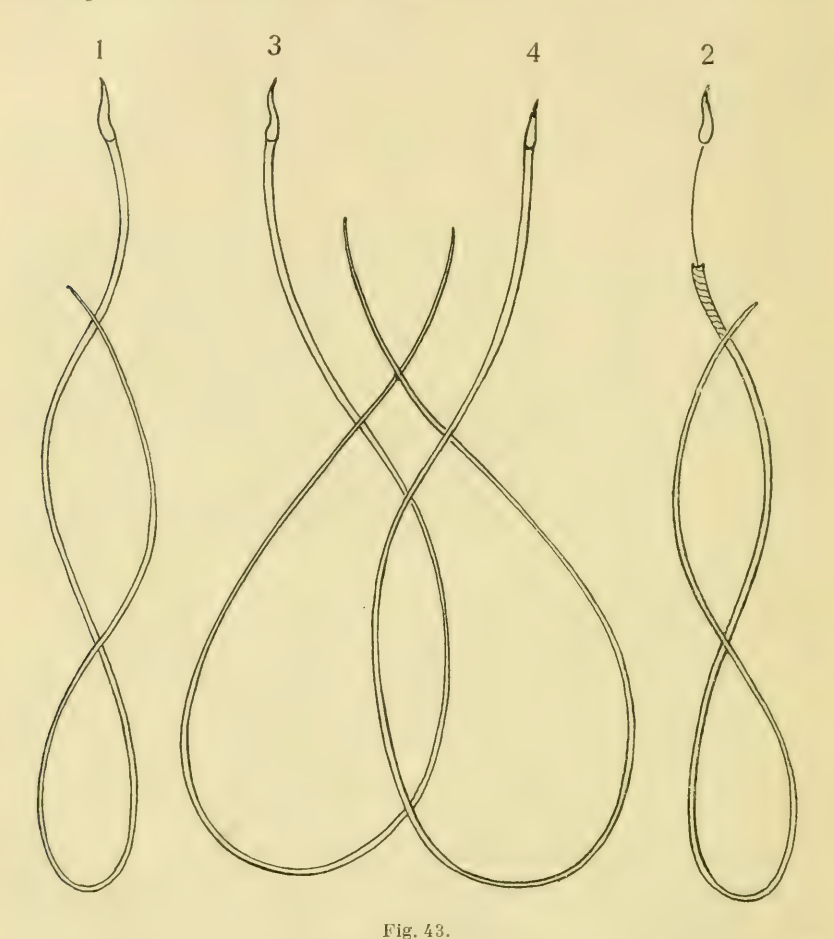


Fig. 43.
Spermatozoen. Tausendfach vergrößert. 1 und 2 stammen von *Arion emp.* Bei 2 ist der Achsenfaden zu sehen. 3 ist einem *Limax cinereoniger* und 4 einer *Campylaea cingulata* entnommen.

Limax cinereoniger kopuliert hauptsächlich im Juni und Juli, *Limax tenellus* im September, Oktober und November, *Helix pomatia*, *H. arbustorum* und *Campylaea* von Mai bis August.

Bei *Arion emp.*, *Ar. simrothi* und *Ar. subfuscus* beginnt die Brunstzeit im Juni, währt aber, je nachdem die Tiere früher oder später geschlechtsreif werden, bis Ende November.

4. Sperma.

Das zur Untersuchung benützte Sperma wurde der Zwitterdrüse, dem Zwittergang, dem Epiphallus bezw. Penis, dem Receptaculum und der Spermatophore entnommen und in der Körperflüssigkeit untersucht.

Durch Methylenblau und Methylorange suchte ich die Spermatozoen zu färben. Ersteres färbte die Spermatozoenköpfe.

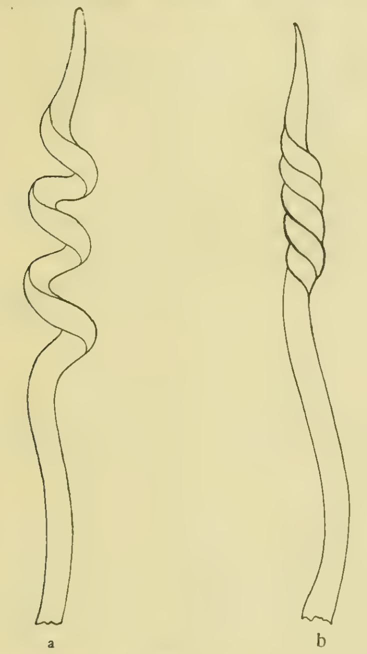


Fig. 44.
Stücke zweier Spermatozoen von *Limax agrestis*, um die spiralige Aufwindung des Kopfes zu zeigen.

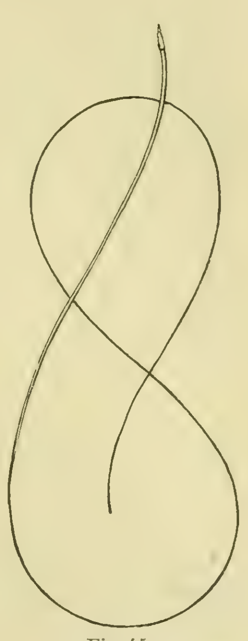


Fig. 45.
Spermatozoon von *Helix pomatia*.
300 fach vergrößert.

a) Form und Größe der Spermatozoen.

Die Spermatozoen aller Landpulmonaten bestehen aus einem länglichen, vorn zugespitzten Kopf und einem ziemlich langen Schwanzfaden (siehe Figur 43).

Der Kopf kann gerade, schwach oder stark spiralig gewunden sein. Gerade ist er bei den Spermatozoen von *Campylaea cingulata* und *Helix arbustorum*, schwach spiralig gedreht bei allen *Arionen* und den meisten *Limaces*, stark spiralig gewunden aber bei *Amalia marginata* und *Limax agrestis*. (Siehe Figur 44.)

Die Länge der Spermaköpfe schwankte zwischen 0,0044 und 0,0110 mm, die der Schwanzfäden zwischen 0,0880 und 0,8800 mm.

Den kürzesten Kopf hatten die Spermatozoen von *Arion simrothi* und *L. aborum*, den längsten die von *Limax variegatus* und *Amalia marginata*.

Den längsten Schwanzfaden hatte das Spermatozoon von *Helix pomatia*. Er maß 0,88 mm, war also 100mal so lang als der 0,0088 mm lange Kopf. (Siehe Fig. 45.) — Bei den übrigen Pulmonaten war der Spermaschwanz 11 bis 40mal so lang als der Kopf. Im übrigen differierten Kopf- und Schwanzlänge auch bei den Spermatozoen derselben Schnecke. Näheres kann der beigegebenen Tabelle (S. 376) entnommen werden.

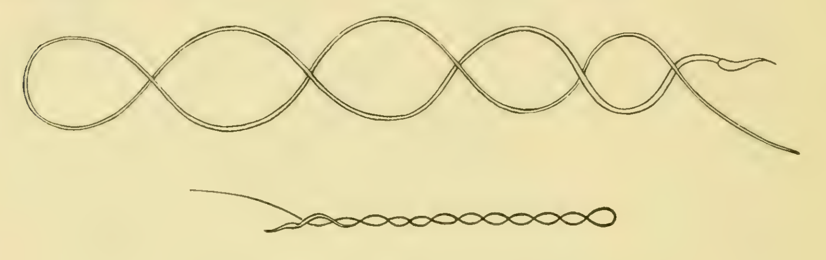


Fig. 46.
Spermatozoen von *Limax tenellus*.
Schwanz verschlungen infolge Drehung des Spermatozoons um seine Längsachse.

b) Bewegung der Spermatozoen.

Aktive Bewegung zeigten die der Zwitterdrüse entnommenen Spermatozoen in der Regel nicht, wohl aber jene, die dem Zwittergang und dem Penis entnommen wurden.

Der Art nach können die aktiven Bewegungen sein:

α) schlängelnde,
β) oszillierende,
γ) solche um die Längsachse.

Die schlängelnde Bewegungsform ist die gewöhnliche. Oszillierende Bewegungen machten die Spermatozoen, wenn sie, wie es schien, mit dem Schwanzende eingeklemmt waren und nicht loskommen konnten. In diesem Falle bewegte sich der Kopf so rasch nach rechts und links, daß am Schwanzfaden Schwingungsbäuche und Schwingungsknoten sichtbar wurden.

Drehungen um die Längsachse konnte man nur dann deutlich sehen, wenn das Schwanzende des Spermatozoons etwas eingerollt,

oder gegen den Kopf umgeschlagen war. In letzterem Falle entstand dann ein Bild, wie es Figur 46 zeigt.

Entgegen der Mitteilung PLATNERS (87) konnte ich bei den Spermatozoen der *Arionen* aktive Bewegung niemals wahrnehmen, weder an den der Zwitterdrüse entnommenen noch an denen, die sich im Zwittergang fanden und in der Körperflüssigkeit untersucht wurden. Auch nach Zusatz von Methylorange, auf das die Spermatozoen des *Limax cinereoniger* und anderer *Limaces* lebhaft reagierten, war keine Bewegung wahrzunehmen. Gab ich aber etwas Wasser zu, so rollten sich die Spermatozoen vom Schwanzende her in mehreren Umgängen äußerst lebhaft ein. Nachdem sich jedoch das zugesetzte Wasser mit der beigegebenen Körperflüssigkeit gemischt hatte, rollten sich die Spermatozoen ruckweise, den Kopf voran, wieder auf. (Siehe Figur 47.)

Genau so verhielten sich die Spermatozoen der übrigen Pulmonaten bei Wasserzusatz.

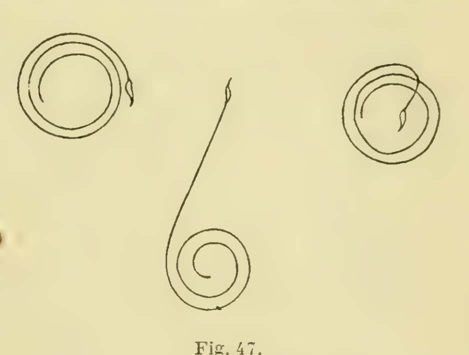


Fig. 47.
Spermatozoen nach Zugabe von Wasser.

Auch an jenen Spermatozoen, die nach Beendigung des Vorspiels zur Kopula oder nach der Ausstülpung der Atria dem Vas deferens und Epiphallus der *Arionen* entnommen wurden, war aktive Bewegung nicht zu beobachten. Mithin wandern die Spermatozoen nicht aktiv, sondern passiv von der Zwitterdrüse zum Zwittergang und von da zum Epiphallus, wo sie zu einer Spermatophore vereinigt und ausgestoßen werden.

Die den Spermatophoren entnommenen Spermatozoen waren ebenfalls bewegungslos.

Da der Schwanzfaden des *Arionen*-Spermas keine aktive Bewegung hat, kann er auch für das Eindringen des Spermatozoons in die Eizelle nicht von Bedeutung sein; es wäre denn, daß er im Receptaculum eine Umbildung erführe und dadurch zu aktiver Bewegung befähigt würde.

TABELLE
über die Länge der Spermatozoen einiger Landpulmonaten.

Name der Schnecke	Länge des Spermatozoons mm	Länge des Kopfes mm	Länge des Schwanzes mm	Der Schwanz ist wie viel mal so lang als der Kopf?	Bemerkungen
Limax cinereoniger und *L. cinereus*	0,1056	0,0066	0,0990	15	
	0,2706	0,0066	0,2640	40	
	—	0,0088	—	—	
	0,2100	0,0100	0,2000	20	
L. variegatus	—	0,0088	—	—	Kopf = 0,0022 mm breit
	—	0,0110	—	—	
L. arborum	0,1144	0,0044	0,1100	25	
	0,1606	0,0066	0,1540	23,2	
L. agrestis	0,1386	0,0066	0,1320	20	
	—	0,0085	—	—	
Amalia marginata . . .	0,1320	0,0110	0,1210	11	
	0,1870	0,0110	0,1760	16	
Arion simrothi	0,0924	0,0044	0,0880	20	
	0,1144	0,0044	0,1100	25	
Campylaea cingulata und	0,1188	0,0066	0,1122	17	
H. arbustorum . . .	0,1430	0,0110	0,1320	12	
Helix pomatia	0,8888	0,0088	0,8800	100	

Um das festzustellen, sezierte ich viele *Arionen* zu den verschiedensten Zeiten, nämlich 1—4 Stunden und 1—4 Tagen nach vollendeter Kopula, und in der Tat konnte ich eine merkwürdige Veränderung an den Spermatozoen wahrnehmen:

Der Schwanzfaden war verschwunden; er war im Receptaculum aufgelöst worden; nur die Spermienköpfe waren noch da, aber beweglich waren sie nicht.

Da ich zu meinen Untersuchungen ausschließlich Tiere meiner Zucht verwendet hatte, hielt ich die Auflösung des Schwanzfadens anfangs für einen pathologischen Vorgang. Bald aber wurde ich von der Unrichtigkeit dieser Annahme überzeugt; denn auch bei den im Freien lebenden *Arionen* wird der Schwanzfaden bald nach der Übertragung des Spermas in das Receptaculum aufgelöst.

Vielleicht war auch nur der den Achsenfaden umhüllende Mantel aufgelöst worden, und dieser selbst war wegen seiner Feinheit übersehen worden! Weitere Untersuchungen ergaben jedoch, daß ich mich nicht getäuscht hatte: Auch der Achsenfaden des Spermatozoons wird im Receptaculum aufgelöst und zwar nicht nur bei den *Arionen*, sondern auch bei den *Limaces*.

Mithin besitzt der Schwanzfaden für das Eindringen des Spermatozoons in das Ei tatsächlich keine Bedeutung.

In dem Divertikel, das dem oberen Ende des Spermaovidukts anhängt, und das Meisenheimer (83. S. 61) „Befruchtungstasche" nennt, soll das Spermatozoon in das Ei eindringen. Die Spermienköpfe müßten also das Receptaculum wieder verlassen und sich im Divertikel ansammeln.

Aus den Veränderungen, welche die Spermatozoen im Receptaculum erfahren, schließe ich, daß sie erst hier befruchtungsfähig werden. Andernfalls wäre eine Begattung überflüssig; denn zur Zeit der Eiablage sind Zwittergang und Divertikel noch mit den selbst produzierten, geschwänzten Spermatozoen erfüllt; noch ehe das fremde Sperma sich in die Eizelle einbohren könnte, wäre eigenes eingedrungen.

V. Kapitel.

Eiablage und Eier.

1. Lebensalter der Schnecken bei der ersten Eiablage.

Vier bis acht Wochen nach eingetretener Geschlechtsreife bezw. der ersten von mir beobachteten Kopulation hatte die Eiweißdrüse ihre volle Größe erreicht, worauf die Schnecken mit der Eiablage begannen. Diese erfolgte:

a) bei den Nacktschnecken

α) im ersten Lebensjahre: bei sämtlichen *Arionen* sowie bei *Limax agrestis*, *L. tenellus* und *Amalia marginata;*

β) gegen Ende des ersten oder im Anfang des zweiten Lebensjahres: bei *Limax variegatus;*

γ) gegen Ende des zweiten Lebensjahres: bei: *L. cinereo-niger*, *L. cinereus* und *L. arborum;*

b) bei den Gehäuseschnecken,

je nachdem sie unter mehr oder weniger günstigen Bedingungen gehalten wurden:

α) am Anfang oder gegen Ende des zweiten Lebensjahres bei: *Campylaea cingulata* und *H. arbustorum;*

β) gegen Ende des dritten oder vierten Lebensjahres bei: *Helix pomatia.*

Im besonderen ist zu bemerken:

Die Eiablage begann mit einem Alter der Schnecken von:

5 — 8 Monaten bei *Arion hortensis*,
5½— 6 ,, ,, *Limax agrestis*,
8 —11 ,, ,, { *Arion minimus*, *Limax tenellus*, *Amalia marginata*,

9½—11	Monaten	bei	*Ar. empiricorum,*
10 —11	„	„	*Arion simrothi,* *Arion subfuscus,*
10 —13	„	„	*Limax variegatus,*
22 —23	„	„	*L. cinereoniger,* *L. cinereus,* *L. arborum,*
14 —23	„	„	*Campylaea cingulata,* *Helix arbustorum,*
3 — 4	Jahren	„	*Helix pomatia.*

2. Nistplätze.

Die Eier wurden stets an Orten abgesetzt, an denen sie gegen Vertrocknung geschützt waren.

Arion empiricorum verkroch sich zur Eiablage unter das im Zuchtbehälter befindliche Moos und nur ausnahmsweise in die Erde. In der freien Natur legt er seine Eier unter Bretter und Steine, in die Waldstreu und in lockere Erde ab.

Arion simrothi, *Ar. subfuscus* und alle *Limaces* setzten ihre Eier ausschließlich unter das im Stalle befindliche Moos ab, während *Arion hortensis*, *Ar. bourguignati* und *Ar. minimus* neben dem Moose auch die Erde zur Eiablage aufsuchten.

Helix arbustorum und *Campylaea cingulata* legten ihre Eier teils zwischen feuchtes Moos, teils in die Erde. Allerdings verkrochen sie sich dabei nicht selbst in die Erde, wie die Nacktschnecken, sondern bohrten nur den Fuß in sie ein.

Ausnahmslos wurden die Eier in die Erde abgelegt von: *Helix pomatia* und *Amalia marginata.*

Die mit einem trichterförmigen Eingang versehene Nesthöhle der *Helix pomatia* ist bekannt; nur konnte ich nie beobachten, daß, wie Meisenheimer (83. S. 59) angibt, der Boden über ihr nach vollendeter Eiablage von der Schnecke „sorgfältig geebnet wird“.

Hatten die Schnecken das Legegeschäft beendet, so zogen sie den in die Nesthöhle gesenkten, weit ausgestreckten Fuß hervor, breiteten die Sohle aus und krochen über die Höhle hinweg. Dabei gelangte ein Teil der beim Nestbau aufgewühlten Erde in die trichterförmige Öffnung und verschloß den Eingang, wenn der Boden locker war; war er aber fest, so daß die Erde beim Ausbreiten

des Fußes und beim Davonkriechen der Schnecke nicht fortbewegt wurde, so blieb der Höhleneingang unbedeckt. Im Muschelkalkgebiet beobachtete ich das öfters in der freien Natur. Daß sich die Tiere besondere Mühe gegeben hätten, den Nesteingang zu verschließen, war nicht wahrzunehmen.

Amalia marginata kroch zur Eiablage vollständig in die Erde und legte dort eine kleine Höhle an, in die sie die Eier absetzte. Gab ich nur eine einzige Erdscholle, etwa von der Größe einer Kartoffel, in den Zuchtraum, so legte sie ihre Eier in diese ab.

3. Das Legegeschäft.

Während der Eiablage liegen die Schnecken mit eingezogenen Ommatophoren vollständig ruhig.

Bei den *Arionen* und *Limaces* wird der Kopf vom vorderen Teile des Mantels bedeckt. Der Fuß der Gehäuseschnecken ist schlaff und lang ausgestreckt, so daß man die Tiere für tot halten könnte, wenn nicht von Zeit zu Zeit ein Ei ausgestoßen würde.

Bei den *Arionen*, deren Genitalöffnung sich in der Nähe des Pneumostoms befindet, häufen sich die ausgestoßenen Eier stets auf der rechten Körperseite an, bei den *Limaces*, deren Geschlechtsöffnung hinter dem rechten Ommatophor am sogenannten Halse der Schnecke liegt, dagegen vor dem Tiere.

Der Eihaufen kommt dadurch zustande, daß die Schnecke während der Ablage ruhig liegen bleibt und die ersten Eier von den nachfolgenden fortgeschoben werden.

Die Eiablage erfordert ziemlich viel Zeit. Je nach der Zahl der Eier kann sie 12 bis 26 Stunden dauern. So setzte ein *Arion empiricorum* 137 Eier in 14 Stunden, ein anderer 155 Eier in 23 Stunden und ein dritter 184 Eier in 26 Stunden ab.

Wenn man den Schnecken während der Eiablage die Moosdecke wegnimmt, lassen sie sich im Legegeschäft nicht stören. Die *Arionen* bleiben sogar ruhig liegen und stoßen weiter Eier aus, wenn man sie aus dem Stall nimmt und zur Beobachtung an einen andern Platz bringt.

Anders verhalten sich die *Limaces*. Nimmt man sie aus dem Zuchtbehälter, so strecken sie sofort die Ommatophoren aus, kriechen davon und legen ihre Eier im Fortkriechen ab. Bringt man sie dann wieder in den Zuchtbehälter zurück und bedeckt sie mit

Moos, so bleiben sie bis nach vollendeter Eiablage wieder ruhig liegen.

Etwa eine Stunde nach Abschluß des Legegeschäfts verlassen die Schnecken ihr Versteck, gehen der Nahrung nach und kümmern sich nie wieder um ihre Eier. Daß sie dieselben auffressen, wie SIMROTH (112. S. 315) von *L. maximus* vermutet, konnte ich nicht beobachten.

Das verschiedenartige Verhalten der *Arionen* und *Limaces* bei Störungen während der Eiablage wird vermutlich durch den verschiedenen Muskeltonus bedingt.

4. Legeperioden, Eisätze und Eizahl.

Abgesehen von *Helix pomatia*, die jährlich einmal und nur ausnahmsweise zweimal Eier absetzt, schreiten unsere Landpulmonaten in einer gewissen Zeit, der Legeperiode, mehrmals zur Eiablage.

In der Regel währt eine Legeperiode 2—3 Monate.

Die Zahl der Eisätze (Gelege), die während einer Periode hervorgebracht werden, sowie die Eierzahl der einzelnen Gelege, schwankt selbst bei Individuen derselben Art bedeutend. Ermitteln ließ sich dies dadurch, daß von jeder Art einige Tiere nach der Kopula oder nach der ersten Eiablage isoliert wurden.

Auch die Zahl der Legeperioden ist bei den einzelnen Arten verschieden.

So haben:

a) eine Legeperiode: alle *Arionen*, *L. agrestis* und *L. tenellus;*

b) zwei Legeperioden: *L. cinereoniger*, *L. cinereus* und *L. arborum;*

c) drei Legeperioden: *L. variegatus* und *Amalia marginata;*

d) vier Legeperioden: *Campylaea cingulata.*

Daß man bisher über die Eiablage der Schnecken unzulänglich orientiert war (LEHMANN R. 72 u. SIMROTH 104), rührt daher, daß (außer *Helix pomatia*, *H. nemoralis* und *H. hortensis* durch LANG 66. 68.) Landpulmonaten noch nicht gezüchtet wurden.

Im besondern ist über die Eiablage der einzelnen Schneckenarten folgendes hervorzuheben:

Arion empiricorum

begann im August oder September mit der Eiablage. Die Legeperiode währte durchschnittlich zwei Monate. Die Anzahl der Gelege schwankte zwischen 3 und 8, die Eierzahl der einzelnen Eisätze zwischen 18 u. 229 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 308 und 515.

Näheres kann der beigegebenen Tabelle S. 386 entnommen werden.

Ar. simrothi.

Die Legeperiode begann im August oder September und währte in der Regel 2 Monate. Die Zahl der Gelege schwankte zwischen 5 und 8, die Eierzahl der einzelnen Eisätze zwischen 24 und 93 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 250 und 382. Näheres in der Tabelle S. 387.

Ar. subfuscus

begann im Juni oder Juli mit der Eiablage. Die Legeperiode währte 2½—3 Monate. Anzahl der Gelege: 8—12; Eierzahl eines Geleges: 7—53; Gesamteierzahl eines Tieres: 291—341. Näheres in der Tabelle S. 388.

Ar. hortensis,

die Ende März ausschlüpften, legten erstmals anfangs September desselben Jahres, also in einem Alter von 5 Monaten; solche, die Ende Oktober aus dem Ei kamen, legten im Juni oder Juli des nächsten Jahres, also in einem Alter von 8—9 Monaten.

Dauer der Legeperiode: 2—3 Monate. Anzahl der Gelege: 5—8. Anzahl der Eier eines Geleges: 12—80. Gesamteierzahl eines Tieres: 158—203. Näheres in der Tabelle S. 389.

Wenn Lehmann (72) für *Arion hortensis* angibt, „Eier werden vom Frühling bis Herbst mehrfach gelegt," so kann sich das nicht auf ein einzelnes Individuum, sondern nur auf die ganze Art beziehen; denn ein *Ar. hortensis*, der im März mit der Eiablage beginnt, stirbt spätestens Ende Juni desselben Jahres.

Ar. bourguignati

begann mit der zwei Monate inanspruchnehmenden Legeperiode im Juli. Anzahl der Gelege: 3—5. Anzahl der Eier eines Geleges: 10—39. Gesamteierzahl eines Tieres: 104 bis 123. Näheres siehe Tabelle S. 389.

Ar. minimus.

Über Eiablage und Eier dieser Art finden sich in der Literatur keine Angaben.

Die Eiablage begann im Juli oder August. Die Legeperiode währte durchschnittlich 2 Monate. Anzahl der Gelege: 6—10. Anzahl der Eier eines Geleges: 12—30. Gesamteierzahl eines Tieres: 106—165. Näheres in der Tabelle S. 387.

Limax tenellus.

Beginn der Legeperiode: Ende Oktober oder Anfang November. Dauer derselben: 2½—3 Monate. Anzahl der Gelege: 4—6. Anzahl der Eier eines Geleges: 10—31. Gesamteierzahl eines Tieres: 87—124. Näheres in der Tabelle S. 390.

Limax agrestis.

Der Beginn der Eiablage ist an keine bestimmte Jahreszeit gebunden. Je nachdem die Tiere die Eihülle verließen, begannen manche schon im März, andere erst im November mit dem Legegeschäft. Dauer der Legeperiode: 2½—3 Monate. Anzahl der Gelege eines Tieres: 8—10. Anzahl der Eier eines Geleges: 12—45. Gesamteierzahl eines Tieres: 97—254. Näheres siehe Tabelle S. 390.

Limax cinereoniger

hat zwei Legeperioden. Die erste beginnt im Juli oder August und währt in der Regel 1—1½ Monate; die zweite beginnt im Juni oder Juli des nächsten Jahres und währt 1½—2 Monate. Anzahl der Gelege eines Tieres in jeder Periode: 3—4, also zusammen 6—8. Eierzahl der einzelnen Gelege: 13—368. Gesamteierzahl eines Tieres: 676—834. Näheres siehe Tabelle S. 391.

Bei *L. cinereus* liegen die Verhältnisse wie bei *L. cinereoniger.*

Limax arborum

hatte zwei Legeperioden. Die erste begann gegen Ende des zweiten Lebensjahres im Oktober oder November und währte 1—1½ Monate; die zweite begann im März des folgenden Jahres und währte 1½ Monate.

In jeder Legeperiode setzte eine Schnecke durchschnittlich 3, also im ganzen 6 Eisätze ab. Die Eierzahl der einzelnen Gelege schwankte zwischen 12 und 38 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 105 und 132. Vergleiche Tabelle S. 390.

Limax variegatus

hatte drei Legeperioden: eine im ersten, eine im zweiten und eine im dritten Lebensjahre. In der ersten Legeperiode wurden 2—3, in der zweiten 5—6 und in der dritten 3—4 Gelege abgesetzt.

Die Eierzahl der einzelnen Gelege schwankte zwischen 12 und 51 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 246 und 342. Näheres enthält die Tabelle S. 392.

Amalia marginata

hatte ebenfalls drei Legeperioden. Die Eiablage fiel in die Zeit von November bis Juni des nächsten Jahres. In der ersten Legeperiode wurden 3—7, in der zweiten 6—8 und in der dritten 2—4 Gelege abgesetzt.

Die Eierzahl der einzelnen Gelege schwankte zwischen 8 und 27 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 203 und 260.

Amalien, die im März ausschlüpften, legten erstmals im November desselben Jahres, also mit einem Alter von 8 Monaten, während jene Tiere, die im Mai die Eihülle verließen und stets im Keller gehalten wurden, erst im April des nächsten Jahres, also im Alter von 11 Monaten, die ersten Eier absetzten. Näheres in den beiden Tabellen S. 393 und 394.

Campylaea cingulata,

die im Juni 1906 ausschlüpften und stets im Keller gehalten wurden, setzten im August 1907, also in einem Alter von 14 Monaten die ersten Eier ab, während andere, die ebenfalls im Juni 1906 ausschlüpften, aber unter weniger günstigen Bedingungen in meiner Wohnung oder im Freien gehalten wurden, erst im Mai 1907, also im Alter von 1 Jahr 11 Monaten zu legen begannen.

Legeperioden hat *Campylaea* vier, nämlich in 4 aufeinanderfolgenden Jahren je eine.

Bei den Tieren, die im Juni 1906 ausschlüpften und mit 14 Monaten zur Eiablage schritten, währte:
die erste Legeperiode von Anfang August bis Anfang Sept. 1907,
die zweite von Mitte März bis Ende Juli 1908,
die dritte von Ende April bis Anfang Juli 1909 und
die vierte von Ende Juni bis Anfang August 1910.

Für ein Tier betrug die Anzahl der Gelege durchschnittlich:

in der ersten	Legeperiode:	3—4,
,, ,, zweiten	,,	7—9,
,, ,, dritten	,,	4—5,
,, ,, vierten	,,	3—4.

Die Eierzahl der einzelnen Gelege schwankte zwischen 18 und 100 und die Gesamteierzahl eines Tieres zwischen 520 und 782. Näheres in der Tabelle S. 395.

Helix arbustorum

konnte leider nicht bis zu ihrem Lebensende verfolgt werden.

Wie die *Campylaeen*, mit denen sie in der Lebensweise, in Wachstum und Geschlechtsreife, sowie im Bau der Sexualorgane übereinstimmen, setzten sie während der ersten Legeperiode innerhalb 4—6 Wochen 3 bis 4 Gelege mit je 30—90 Eiern ab.

Helix pomatia

wurde im dritten oder vierten Lebensjahre geschlechtsreif und legte dann in diesem und in den drei folgenden Sommern je einmal 40 bis 65 Eier ab. Nur ausnahmsweise legten einige Tiere in demselben Sommer zweimal. Das zweite Gelege bestand dann aber nur aus 10—12 Eiern.

Die Eiablage fällt in die Zeit von Juni bis Anfang August. In der Nähe von Heidelberg, an der durch ihr mildes Klima bekannten Bergstraße, traf ich ältere Tiere aber auch schon Ende Mai in der Eiablage. Die große Mehrzahl der Weinbergschnekken setzt ihre Eier aber erst im Juli ab.

Die Gesamteierzahl jener *Helix pomatia*, die ich zur Zeit der Eiablage alljährlich isolierte, schwankte bei den einzelnen Individuen zwischen 202 und 220.

TABELLE

über die Eiablage des *Ar. empiricorum.*

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
			Ar. emp. I.	
1904				
11. August	1	155		Ausgeschlüpft am 8. IX. 1903. Alter bei der ersten Eiablage = 11 Monate. Das Tier starb am 16. X. 1904. Lebensalter = 13 Monate. Gewicht der 515 Eier = 26,80 g; also wog 1 Ei durchschnittlich 0,052 g.
15. „	2	56	4	
29. „	3	109	14	
7. September	4	95	9	
20. „	5	53	13	
29. „	6	29	9	
5. Oktober	7	18	6	
Zusammen . .	**7**	**515**		
			Ar. emp. II.	
1906				
15. September	1	20		
24. „	2	85	39	
2. Oktober	3	102	8	
13. „	4	79	11	
29. „	5	47	16	
2. November	6	50	4	
14. „	7	58	12	
23. „	8	39	9	
Zusammen . .	8	**480**		

Die 480 Eier wogen 29,78 g; also wog ein Ei durchschnittlich = 0,062 g.

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
			Ar. emp. III.	
1904				
12. August	1	229		Die 229 Eier wogen 11,221 g; also wog ein Ei durchschnittlich = 0,049 g.
29. September	2	42	48	
16. Oktober	3	37	17	
Zusammen . .	**3**	**308**		

TABELLE

über die Eiablage eines *Ar. simrothi* und eines *Arion minimus.*

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
			Arion simrothi.	
1904				
29. September	1	41		
6. Oktober	2	93	7	
15. ,,	3	50	9	
31. ,,	4	82	16	
13. November	5	47	13	
Zusammen . .	**5**	**313**		
			Arion minimus.	
1906				
15. Juli	1	16		
29. ,,	2	30	14	
8. August	3	24	10	
16. ,,	4	25	8	
24. ,,	5	16	8	
8. September	6	28	15	
20. ,,	7	14	12	
29. ,,	8	12	9	
Zusammen . .	8	**165**		

Anmerkung: *Arion simrothi* schlüpfte zwischen 28. u. 31. Oktober 1903 aus dem Ei, kopulierte am 30. Juli 1904 und starb am 17. November 1904. Er wurde also rund ein Jahr alt.

Arion minimus schlüpfte zwischen 3. u. 5. Oktober 1905 aus dem Ei und starb am 2. Oktober 1906, erreichte also auch ein Alter von einem Jahr.

TABELLE

über die Eiablage des *Arion subfuscus.*

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
			Ar. subfuscus I.	
1904				
29. Juni	1	52		
23. Juli	2	46	24	
3. August	3	43	14	
11. ,,	4	31	8	
17. ,,	5	12	6	
25. ,,	6	36	8	
2. September	7	35	8	
12. ,,	8	27	10	Die Schnecke war am 21. Sept. 1904 tot.
18. ,,	9	9	6	
Zusammen . .	**9**	**291**		
			Ar. subfuscus II.	
1905				
25. Juni	1	51		Das Tier war im August 1904 ausgeschlüpft, war also bei der ersten Eiablage 10 Monate alt. Am 1. Oktober 1905 starb es; mithin erreichte es ein Alter von 13 Monaten.
14. Juli	2	53	19	
23. ,,	3	41	9	
3. August	4	35	11	
12. ,,	5	34	8	
21. ,,	6	36	9	
28. ,,	7	26	7	
4. September	8	28	7	
10. ,,	9	10	6	
17. ,,	10	12	7	
24. ,,	11	8	7	
30. ,,	12	7	6	
Zusammen . .	**12**	**341**		

TABELLE

über die Eiablage eines *Arion hortensis* und eines *Ar. bourguignati.*

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
				Ar. hortensis.
1904				
6. September	1	80		Ausgeschlüpft war die Schnecke am 26. März 1904; sie war also bei der ersten Eiablage $5^1/_3$ Monate alt.
22. ,,	2	24	16	
19. Oktober	3	44	27	
27. ,,	4	18	8	
16. November	5	25	20	
5. Dezember	6	12	19	Am 9. Dezember 1904 war das Tier tot. Lebensalter = $8^1/_2$ Monate.
Zusammen . .	**6**	**203**		
				Ar. bourguignati.
1908				
17. Juli	1	39		
27. ,,	2	32	10	
10. August	3	24	14	
26. ,,	4	18	16	
12. September	5	10	17	Am 21. Sept. 1908 war die Schnecke tot.
Zusammen . .	**5**	**123**		

Anmerkung: *Ar. bourguignati* war am 18. August 1907 ausgeschlüpft; mithin war er bei der ersten Eiablage 11 Monate und bei seinem Tode 13 Monate alt.

TABELLE

über die Eiablage eines *Limax agrestis*, eines *L. tenellus* und eines *L. arborum.*

Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
			Limax agrestis.	
1904				
8. Oktober	1	13		Die Schnecke kam am 6. April 1904 aus dem Ei; mithin war sie bei der ersten Eiablage 6 Monate alt. Am 15. Februar 1905 war dieSchnecke tot; mithin erreichte sie ein Alter von 10 Monaten.
12. ,,	2	45	4	
22. ,,	3	35	10	
31. ,,	4	32	9	
24. November	5	41	24	
30. ,,	6	35	6	
17. Dezember	7	28	17	
12. Januar 05.	8	25	26	
Zusammen . .	8	254		
			L. tenellus.	
1905				
11. November	1	31		Das Tier war im März 1905 ausgeschlüpft; im März 1906 starb es. Lebensalter = 1 Jahr.
22. ,,	2	24	11	
10. Dezember	3	20	18	
24. Febr. 1906	4	12	76	
Zusammen . .	4	87		
			L. arborum.	
1905				
10. November	1	16		*L. arborum* war im Mai 1904 ausgeschlüpft; tot im Nov. 1906. Lebensalter = $2^1/_2$ Jahre.
30. ,,	2	25	20	
15. Dezember	3	22	15	
1906				
14. März	4	38	89	
3. April	5	12	20	
28. ,,	6	19	25	
Zusammen . .	6	132		

TABELLE

über die Eiablage des *Limax cinereoniger.*

Legeperiode	Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
	L. cinereoniger I.				
	1905				
I	12. August	1	156		Die Schnecke kam im Sept. 1903 aus dem Ei u. starb am 17. August 1906. Lebensalter rund 3 Jahre.
	20. ,,	2	97	8	
	1. September	3	64	12	
	1906				
II	28. Juni	1	196	300	
	7. Juli	2	105	9	
	20. ,,	3	122	13	
	2. August	4	94	11	
	Zusammen . .	**7**	**834**		
	L. cinereoniger II. (Albines Tier).				
	1907				
I	4. September	1	30		Isoliert von Jugend auf. Geschlüpft aus dem Ei am 3. Sept. 1905. Alter bei der ersten Eiablage: 2 Jahre. Tot am 1. Sept. 1908. Lebensalter = 3 Jahre.
	30. ,,	2	150	26	
	3. Oktober	3	58	3	
	1908				
II	20. Juni	1	135	240	
	1. August	2	227	42	
	24. ,,	3	76	23	
	Zusammen . .	**6**	**676**		
	L. cinereoniger III.				
	1907				
I	20. August	1	26		Das Tier schlüpfte am 3. Sept. 1905 aus und wurde von Jugend an isoliert gehalten. Alter bei der ersten Eiablage = $11^1/_2$ Monate. Tot am 17. Sept. 1908. Lebensalter = 3 Jahre.
	5. September	2	13	16	
	15. ,,	3	80	10	
	1. Oktober	4	212	16	
	1908				
II	20. Juli	1	250	292	
	9. August	2	157	20	
	28. ,,	3	32	17	
	Zusammen . .	**7**	**770**		

TABELLE

über die Eiablage eines *Limax variegatus.*

Legeperiode	Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
	1908				
I	9. September	1	15		
	12. Oktober	2	21	33	
	1909				
II	6. Juli	1	50	267	
	9. August	2	18	34	
	10. September	3	34	32	
	28. ,,	4	28	18	
	15. Oktober	5	43	17	
	9. November	6	40	25	
	1910				
III	18. August	1	51	282	
	24. ,,	2	30	6	
	5. September	3	12	12	Tot am 29. Sept. 1910.
	Zusammen . .	**11**	**342**		

Anmerkung: Das Tier war Ende Oktober 1907 ausgeschlüpft; mithin war es bei der ersten Eiablage rund 10 Monate und bei seinem Tode 2 Jahre und 11 Monate oder rund 3 Jahre alt.

ERSTE TABELLE

über die Eiablage einer *Amalia marginata.*

Legeperiode	Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Bemerkungen
	1905			
I	November . .	1	8	Das Datum der Eiablage konnte nicht genau ermittelt werden, da die Eier in die Erde abgelegt wurden und diese nicht jeden Tag untersucht werden konnte.
I	Dezember . .	2	10	
	1906			
I	Januar . . .	3	18	
I	Februar . . .	—	—	
I	März	4	8	
I	April	5	13	
I	Mai	6	12	
I	Juni.	7	9	
II	November . .	1	27	Ausgeschlüpft war die Schnecke am 11. März 1905. Bei der ersten Eiablage war sie 8 Monate und bei ihrem Tode 2 Jahre und 11 Monate, also rund 3 Jahre alt.
II	Dezember . .	2	8	
	1907			
II	Januar . . .	3	9	
II	Februar . . .	4	10	
II	März	5	8	
II	April	6	10	
II	Mai	7	14	
II	Juni.	8	9	
III	November . .	1	18	
III	Dezember . .	2	12	
	1908			
	15. Februar .			Das Tier ist tot.
	Zusammen . .	**17**	**203**	

ZWEITE TABELLE

über die Eiablage einer *Amalia marginata.*

Legeperiode	Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Bemerkungen
	1908			
I	April	1	12	Die Schnecke war am 15. Mai 1907 ausgeschlüpft. Alter des Tieres bei der ersten Eiablage = 11 Monate. Vor der ersten Eiablage (März 1908) wog die *Amalia* 5 g, vor der 6. Eiablage (Febr. 1909) 8,5 g.
	Mai	2	16	
	Juni.	3	19	
II	November . .	1	24	
	Dezember . .	2	21	
	1909			
	Januar . . .	—	—	
	Februar . . .	—	—	
	März	3	25	
	April	4	21	
	Mai	5	14	
	Juni.	6	24	
III	November . .	1	22	
	Dezember . .	2	24	
	1910			
	Januar . . .	—		
	Februar . . .	3	18	
	März	4	20	
	April	—	—	Die Schnecke ist tot. Sie erreichte ein Alter von 2 Jahren u. 11 Monaten od. von rund 3 Jahren.
	Zusammen . .	**13**	**260**	

TABELLE
über die Eiablage einer *Campylaea cingulata.*

Legeperiode	Datum der Eiablage	Gelege Nr.	Eizahl	Zwischen zwei Eiablagen verflossen Tage	Bemerkungen
	1907				
I	2. August	1	**100**		Ausgeschlüpft war die *Campylaea* am 15. Juni 1906; mithin war sie bei der ersten Eiablage $13^1/_2$ Monate alt.
	16. ,,	2	61	14	
	3. September	3	40	18	
	1908				
II	14. März	1	68	192	
	1. April	2	30	18	
	15. ,,	3	98	14	
	2. Mai	4	52	17	
	17. ,,	5	20	15	
	31. ,,	6	41	14	
	18. Juni	7	24	18	
	3. Juli	8	26	15	
	21. ,,	9	20	18	
	1909				
III	28. April	1	40	281	
	20. Mai	2	24	22	
	19. Juni	3	35	30	
	8. Juli	4	19	19	
	1910				
IV	27. Juni	1	24	354	Am 24. Sept. 1910 war die Schnecke tot; mithin erreichte sie ein Alter von $4^1/_4$ Jahren.
	25. Juli	2	42	28	
	6. August	3	18	12	
	Zusammen . .	**19**	**782**		

5. Die Eier.

a) Die Eihüllen.

Die Bestandteile des Schneckeneies, ganz besonders die Eihüllen und deren Verhalten zum Wasser, wurden bereits bei der „Bedeutung des Wassers für die Embryonalentwicklung“ (S. 268 und f.) besprochen. Hier sei nur noch einmal darauf hingewiesen, daß die Eihüllen aller *Limaces*-Eier frei von Kalk sind, die der *Arionen*, *Amalien* und *Heliciden* aber Kalkeinlagerungen haben und zwar auch dann, wenn die Tiere völlig ohne Kalk und Erde aufgezogen werden, sie also den Kalk nur der Nahrung und dem getrunkenen Wasser entnehmen können.

Simroth (104. S. 245) bemerkt: „Bei *Arion* finden sich die größten spezifischen Unterschiede. Immer liegen die Eier in Haufen, aber sie sind beim *empiricorum* rund und kalkig, bei den übrigen klar und ohne Kalk.“

Meine Zuchtversuche haben ergeben, daß alle *Arionen*-Eier Kalk in ihren Hüllen besitzen; nur ausnahmsweise kommt es vor, daß sich unter einem Gelege auch einmal 2—3 kalkfreie befinden.

Wenn es in der Synopsis von Leunis (73. S. 875) heißt: „Bei den Landpulmonaten sind die Eier von einer Kalkschale umgeben,“ so ist das nicht ganz zutreffend, weil die kalkfreien Eier der *Limaces* nicht berücksichtigt wurden.

Der in die Eihülle eingelagerte Kalk besteht aus:

a) kleinen, sehr dicht liegenden Körnchen, die dem Ei eine weiße Farbe geben; so bei *Ar. emp.*, *Ar. simrothi* und *Ar. subfuscus;*

β) mehr oder weniger durchsichtigen, stumpfen Kalkspatrhomboedern, die einzeln oder in Gruppen liegen und kalkfreie Stellen zwischen sich lassen, weshalb die Eier weißlich erscheinen; so bei *Ar. hortensis*, *Ar. bourguignati*, *Ar. minimus*, *Campylaea cingulata* und *Helix arbustorum;*

γ) sechsseitigen Plättchen, die ebenfalls einzeln oder in Gruppen liegen und dem Ei eine weißliche Farbe verleihen; so bei *Amalia marginata.*

Alle Kalkeinlagerungen, mögen sie aus Körnchen, Rhomboedern oder sechsseitigen Plättchen bestehen, sind, wie die Untersuchungen in polarisiertem Lichte dartun, optisch einachsig und gehören dem hexagonalen System an, sind also Kalkspate.

Auffallend war, daß die prächtigen Kalkspatrhomboeder im Verlauf der Embryonalentwicklung so stark korrodiert, also aufgelöst wurden, daß man ihre Kristallform nicht mehr erkennen konnte.

Da auch die Schneckenembryonen atmen, und da beim Atemprozeß Kohlensäure frei wird, die von dem im Eiweiß bezw. dem in den Eihüllen enthaltenen Wasser absorbiert wird, ist es wahrscheinlich, daß dieses die Kalkspatkristalle auflöst und in doppelkohlensauren Kalk überführt.

b) Eier im Uterus und nach der Ausstoßung aus demselben.

Bei *Ar. empiricorum*, die zu Beginn der Eiablage geöffnet wurden, war der Uterus mit hintereinander liegenden, nicht zusammenhängenden Eiern angefüllt. Jene, die im obersten Teile des Uterus, also in der Nähe der Eiweißdrüse lagen, besaßen eine das Eiweiß einhüllende, durchsichtige, dünne Haut, die innere Eihülle.

Bei den Eiern, die weiter distal im Uterus lagen, war diese innere Hülle bereits von einer zähen, aber dünnen Gallerthülle umgeben, in deren äußeren Teil Spuren von Kalk eingelagert waren.

Je weiter die Eier im Uterus distal gewandert waren, desto mehr Kalk besaß die Eihülle.

Im oberen Atrium, in dem sich die Eier vor der Ausstoßung ansammeln, lagen oft 8 bis 10 Stück beisammen; abgelegt aber wurden sie stets einzeln.

Der Vorgang bei der Eiablage ist demnach folgender:

Ist die Eizelle mit dem von der Eiweißdrüse abgeschiedenen Eiweiß umgeben, so bildet sich um dieses eine dünne, durchsichtige, zähe Haut, die innere Eihülle.

Bei der Wanderung des Eies durch den Uterus wird dieser Hülle ein von den Uterusdrüsen abgeschiedenes Sekret aufgelagert.

das die mittlere und äußere Eihülle liefert. Beide unterscheiden sich hauptsächlich durch die Kalkeinlagerung.

Bei den Eiern des *Ar. hortensis*, *Ar. bourguignati* und *Ar. minimus*, sowie bei denen der *Campylaeen* und *Helix arbustorum* sind die mittlere und äußere Eihülle auffallend dicker als bei den Eiern des *Ar. emp.* und der *Helix pomatia*. Es ist das ein Beweis dafür, daß die Uterusdrüsen der letztgenannten Schnecken weniger Sekret abscheiden als die der übrigen.

Bei *Arion simrothi*, *Ar. subfuscus*, *Ar. hortensis* und *Ar. bourguignati* hängen oft mehrere Eier nach der Ausstoßung perlschnurartig zusammen. Die Schleimschichte, durch welche die Eier miteinander verbunden sind, wird im distalen Teil des Uterus abgeschieden und kann nicht zu der eigentlichen Eihülle gerechnet werden, weil sie sich in Wasser sofort auflöst, wobei die Eier frei werden.

Bei *Limax cinereoniger*, die zu Beginn der Eiablage geöffnet wurden, lagen die den Uterus füllenden, mit der inneren Hülle versehenen Eier nicht nur hintereinander, sondern auch neben- und übereinander, waren in eine gemeinsame Gallertmasse eingebettet und erinnerten lebhaft an den Laich der *Limnaea stagnalis*.

Erst im unteren Teile des Uterus, in dem sie von weiterem Sekret umgeben wurden, lagen die Eier einzeln hintereinander, waren aber durch die äußere Hülle noch miteinander verbunden.

Ausgestoßen wurden sie einzeln, blieben aber perlschnurartig miteinander verbunden, wenn das die äußere Hülle liefernde Sekret zähe war, wie dies bei weniger wasserreichen *L. cinereoniger* der Fall ist, während sie sich bei wasserreichen Tieren voneinander trennten. Dann waren sie an zwei sich gegenüberliegenden Polen in je einen kurzen, oft nur mit der Lupe wahrnehmbaren Zipfel ausgezogen.

Perlschnurartig verbunden können die abgelegten Eier sein bei: *Limax cinereoniger*, *L. cinereus*, *L. variegatus*, *L. arborum* und *L. tenellus*.

Oft kam es vor, daß eine Anzahl Eier perlschnurartig zusammenhing, während andere desselben Geleges voneinander getrennt waren. In diesem Fall wurde die Verbindung während des Ausstoßens aufgehoben.

Getrennt voneinander wurden die Eier regelmäßig abgelegt von: *Arion empiricorum*, *Limax agrestis* und den *Heliciden*.

Daß die Eier des *Limax agrestis* „perlschnurartig miteinander verbunden sind," wie es in der Synopsis von Leunis (73. S. 875) heißt, konnte ich nie beobachten.

Alle Eier, die keinen Kalk in ihren Hüllen enthalten, haben beim Verlassen des Uterus eine wasserhelle, jene mit Kalkeinlagerungen eine weiße oder weißliche Farbe. Aber schon nach einigen Tagen können sämtliche Eier ein gelbliches Aussehen haben.

c) Form und Größe der Eier.

Die Eier der Landpulmonaten sind teils länglich, teils kugelig. Bedingt wird die längliche Form hauptsächlich durch die äußere Eihülle.

Die Größe der Eier differiert nicht nur bei Tieren verschiedener Arten, sondern auch bei solchen derselben Art, ja selbst bei ein und demselben Individuum. Sogar die Eier desselben Geleges sind oft ungleich groß.

Gemessen wurden die Eier mit einem Kaliber. Bei den folgenden Angaben beziehen sich die Maßzahlen auf Eier mit prallen Hüllen.

Wenn es in der beigegebenen Tabelle oder an anderer Stelle heißt: „Die Eier messen 3,5/3,5 mm," so soll das heißen: „Die Eier messen 3,5 auf 3,5 mm; sie sind also kugelig."

Heißt es: „Die Eier messen 6/4,5 mm," so ist zu lesen: „Die Eier sind länglich und messen 6 auf 4,5 mm."

Die Eier des *Arion empiricorum* waren kugelig oder länglich und maßen: 8/8; 6/6; 5,5/5,5; 4/4; 3/3 mm und 6,5/6,5; 6/5; 4,5/4 und 4/3 mm. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0,041 und 0,062 g.

Arion simrothi setzte kugelige und längliche Eier ab. Sie maßen: 4/4; 3,5/3,5; 3/3 mm und 5/3,8; 5/3,5 und 4/3 mm. Ihr Gewicht schwankte zwischen 0,017 und 0,024 g.

Bei *Arion subfuscus* maßen die kugeligen Eier: 3,5/3,5; 3/3 und 2,5/2,5 mm; die länglichen maßen: 4/3,5; 3,5/3; 3/2,5 und 3/2 mm. Ihr Gewicht bewegte sich zwischen 0,012 und 0,009 g.

TABELLE
über die Größe der Schneckeneier.

Name der Schnecke	Länge und Breite der Eier in mm	Gewicht eines Eies in g
Ar. empiricorum	8/8; 6/6; 5,5/5,5; 4/4; 3/3; 6,5/6,5; 6/5; 4,5/4; 4/3.	0,041—0,062
Ar. simrothi	4/4; 3,5/3,5; 3/3; 5/3,8; 5/3,5; 4/3.	0,017—0,024
Ar. subfuscus	3,5/3,5; 3/3; 2,5/2,5; 4/3,5; 3,5/3; 3/2,5; 3/2.	0,009—0,012
Ar. hortensis	3,5/2,5; 3/2,5; 3/2; 2,5/2.	—
Ar. bourguignati	3,5/3; 3/2,5; 3/2,4; 2,8/2.	—
Ar. minimus	2/2; 2/1,5.	—
Limax agrestis	2/2; 2,3/2,3.	—
L. tenellus	4,2/3; 4/3; 4,2/2,9.	—
L. arborum	5/4; 5/3,5; 5/3,4; 5/3; 4,5/3	—
L. cinereoniger	5/5; 4,5/4,5; 4/4; 9/5,5; 7,5/5,5; 7/4,5; 6/5.	0,041—0,069
L. cinereus	5/5; 4,5/4,5; 4/4; 6/4,5; 6/4; 5/4.	0,041—0,058
L. variegatus	10/6; 8/5; 7/4; Ohne äuß. Hülle: 4,5/4,5; 4/4.	—
Amalia marginata . . .	6,5/5; 6,5/4,5; 5/4,5	0,070—0,075
Campylaea cingulata und *Helix arbustorum* . . .	3,3/3,3; 3/3; 2,8/2,8; 2,5/2,5	—
Helix pomatia	6,5/6,5; 6/6; 5,5/5,5; 5/5.	—

Angaben über die Eigröße der übrigen Landpulmonaten enthält die beigegebene Tabelle S. 400.

Ausschließlich längliche Eier haben: *Arion hortensis*, *Ar. bourguignati*, *Limax tenellus*, *L. arborum*, *L. variegatus* und *Amalia marginata*.

Ausschließlich kugelige Eier haben: *Limax agrestis*, *Campylaea cingulata*, *Helix arbustorum* und *Helix pomatia*.

Kugelige und längliche Eier haben: *Arion empiricorum*, *Ar. simrothi*, *Ar. subfuscus*, *Ar. minimus*, *Limax cinereoniger* und *L. cinereus*.

Nach Lehmann (72, S. 42) sollen die Eier des *Limax tenellus* rund sein und einen Durchmesser von 2 mm haben. Es scheint, daß eine Verwechslung mit den Eiern des *Limax agrestis* vorliegt.

d) Anzahl der Keime im Schneckenei.

In der Regel enthält jedes Ei nur eine Eizelle; doch kommt es auch vor, daß 2 und mehr Keime in einem Ei enthalten sind, namentlich bei solchen Schnecken, die mehr als 100 Eier bei einem einzigen Legegeschäft absetzen.

In der Regel sind es die letzten Eier des Geleges, die mehr als einen Keim enthalten. Bei *L. cinereoniger* und *L. cinereus* traf ich während der Zuchtversuche sogar Eier mit 2—30 Keimen an. Die meisten von ihnen starben jedoch schon nach der Furchung, die anderen später ab.

Ausnahmsweise kam es aber auch vor, daß gemästete *L. cinereoniger* und *L. cinereus* Eier absetzten, die keine Eizelle enthielten. Bei einem Gelege von 120 Eiern waren 42, bei einem solchen von 115 Eiern 30 taub.

Bedingt wurde diese Erscheinung jedenfalls dadurch, daß Eiweißdrüse und Uterusdrüsen infolge zu guter Ernährung der Schnecken übermäßig viel Sekret erzeugten.

VI. Kapitel.

Lebensdauer der Schnecken.

Was man bisher über die Lebensdauer der Pulmonaten wußte, waren nur Vermutungen. Etwas Positives konnte man nicht wissen, weil planmäßig durchgeführte Zuchtversuche fehlten.

Simroth (104), der die Nacktschnecken in der freien Natur beobachtete, hielt *Ar. emp.*, *Limax tenellus* und *Limax maximus* für einjährig und vermutete, daß auch die übrigen *Arionen* und *Limax agrestis* einjährig seien. Es sei wahrscheinlich, daß *L. arborum* (104. S. 315) mehrere Jahre lebe, während die Lebensdauer des *Limax variegatus* (104. S. 318) vermutlich keine mehrjährige sei und die der *Amalia marginata* sich wahrscheinlich über mehrere Jahre erstrecke.

Meine Zuchtversuche ergaben, daß Simroth in manchen Fällen das Richtige getroffen hat.

Schapiro (89a, S. 99), der seinen Spekulationen Simroths Angaben zugrunde legt, nimmt an, daß alle Nacktschnecken nur ein Jahr leben, und er glaubt behaupten zu dürfen (89a, S. 103), „daß Zwittrigkeit im Prinzip Kurzlebigkeit bedingt."

Nach Meisenheimer (84, S. 118) lebt die Weinbergschnecke normalerweise „wohl nur 2—3 Jahre."

Kinkelin (48) berichtet, daß eine *Helix pomatia*, die er im Spätsommer 1880 in noch nicht ganz ausgewachsenem Zustande einbrachte, erst im Frühling 1885 einging. Er schließt daraus, daß *H. pomatia* mindestens 4—5 Jahre alt werden kann.

Ich selbst erstattete im Jahre 1908 (63) einen kurzen Bericht über die Lebensdauer der Nacktschnecken.

Wie alt die Schnecken werden können, läßt sich auch durch Zuchtversuche nur dann ermitteln, wenn die Tiere gut gepflegt und unter Bedingungen gehalten werden, die denen ihres Aufenthaltsortes in der freien Natur entsprechen.

Schon aus der Tatsache, daß bei meinen Zuchtversuchen, nachdem ich die Bedeutung des Wassers kannte, selten eine Nackt-

schnecke oder *Campylaea* vor vollendeter Eiablage zugrunde ging, erkennt man, daß die Tiere unter günstigen Lebensbedingungen aufwuchsen, und daß der als Zuchtraum benutzte Keller zur Aufzucht genannter Schneckenarten besonders geeignet war. Ohne ihn hätte ich sicher nicht so günstige Erfolge erzielt.

Dagegen gediehen die mehr wärmeliebenden und weniger wasserbedürftigen *Helix pomatia* besser, wenn sie im Freien statt im Keller gezüchtet wurden. Auch kann ich von ihnen nicht behaupten, daß sie fast ausnahmslos aus Altersschwäche gestorben wären. Manche wurden im jugendlichen Alter eine Beute von Feinden (Laufkäfern und ihren Larven, Chilopoden, jungen *Arion emp.*), die in den Zuchtraum eingedrungen waren, während andere vertrockneten, weil sie in die Höhe krochen und sich an Orten festsetzten, an denen sie bei der Berieselung vom Wasser nicht erreicht werden konnten.

Eines natürlichen Todes sterben die Schnecken, wenn die Zwitterdrüse die Fähigkeit zur Erzeugung neuer Geschlechtsprodukte eingebüßt hat.

Bei den *Arionen*, *L. agrestis* und *L. tenellus* trat der Tod oft schon 1—8 Tage nach der letzten Eiablage ein. Die Gehäuseschnecken starben in der Regel erst ein oder zwei Monate nach dem letzten Legegeschäft.

1. Arion empiricorum

erreichte ein Lebensalter von 12—14 Monaten. Isolierte Tiere, die niemals Gelegenheit zur Kopulation hatten, wurden sogar 16—18 Monate alt.

Einige Beispiele seien angeführt:

1. *Ar. emp.*, die zwischen 7. und 10. September 1903 ausschlüpften, starben zwischen 16. Oktober und 8. November 1904.

2. Tiere, die vom 25. zum 27. September 1904 ausschlüpften, starben zwischen 5. und 30. November 1905.

3. Tiere, die Ende November 1906 ausschlüpften, starben im Dezember 1907.

4. Ausgeschlüpft: 29.—31. Oktober 1907.
   Eingegangen: 15.—30. November 1908.

5. Ein von Jugend auf isolierter *Ar. emp.* lebte vom 18. September 1906 bis zum 25. Februar 1908, wurde also 17 Monate alt.

6. Ein anderer, ebenfalls von Jugend auf isolierter *Ar. emp.* lebte vom 15. Oktober 1906 bis Ende Mai 1908, erreichte also ein Alter von einem Jahr und 7 Monaten.

In der freien Natur wären die beiden letztgenannten Tiere sicher früher zugrunde gegangen. Das Legegeschäft war bereits 4 Monate vor dem Eintritt des Todes erledigt.

2. Arion simrothi

erreichte ein Lebensalter von 12—14 Monaten. Isolierte Tiere wurden zum Teil 16—18 Monate alt.

1. *Ar. simrothi*, die zwischen 28. und 31. Oktober 1903 ausschlüpften, starben zwischen 5. November und 27. Dezember 1904.

2. Tiere, die Ende Dezember 1905 ausschlüpften, gingen im Januar 1907 ein.

3. Ein von Jugend auf isoliertes Tier, das am 15. November 1907 ausgeschlüpft war, starb am 13. Mai 1909, erreichte also ein Alter von $1^1/_2$ Jahren.

3. Arion subfuscus

erreichte ein Lebensalter von 12—13 Monaten.

1. Geschlüpft: 13.—18. Juli 1904.
   Eingegangen: September 1905.
2. Ausgeschlüpft: 25.—30. August 1905.
   Gestorben: September und Oktober 1906.

4. Arion hortensis

wurde 7½ bis 12 Monate alt. Sein Lebensalter hing vom Eintritt der Geschlechtsreife ab.

Tiere, die geschlechtsreif waren mit:

4 Monaten,	starben mit	7— 8	Monaten,
5 „ ,	„ „	9—10	„ ,
7 „ ,	„ „	11—12	„ .

5. Arion bourguignati

wurde mit einem Alter von 8—9 Monaten geschlechtsreif und erreichte in der Regel ein Lebensalter von 12—13 Monaten.

Ein von Jugend auf isoliertes Tier, das am 18. August 1907 ausschlüpfte, starb erst am 10. November 1908, wurde also 15 Monate alt.

6. Arion minimus

war mit einem Alter von 7—9 ½ Monaten geschlechtsreif und erreichte ein Lebensalter von 11—12 Monaten.

Isolierte Tiere, die im Oktober 1905 ausgeschlüpft waren, starben im Oktober 1906, wurden also auch nicht älter als die nichtisolierten Individuen.

7. Limax agrestis

wurde mit 4 ½—6 Monaten geschlechtsreif und erreichte in der Regel ein Lebensalter von 9—10 Monaten. Nur ausnahmsweise wurde er 12 Monate alt.

L. agrestis, die im November ausschlüpften, starben im nächsten August, und solche, die im April die Eihülle verließen, gingen im nächsten Februar ein.

8. Limax tenellus

wurde mit 7—9 Monaten geschlechtsreif und erreichte ein Lebensalter von 12—13 Monaten.

Tiere, die im März die Eihülle verließen, gingen im März des folgenden Jahres, und solche, die im Dezember ausschlüpften, im Dezember des nächsten bzw. im Januar des übernächsten Jahres ein.

9. Limax variegatus

wurde mit 9—11 Monaten geschlechtsreif und erreichte ein Alter von 2 ½—3 Jahren.

10. Limax arborum

wurde mit 1 ½ Jahren geschlechtsreif und erreichte ein Lebensalter von 2 ½—3 Jahren.

11. Limax cinereus und L. cinereoniger

wurden mit 1 ½—1 ¾ Jahren geschlechtsreif und erreichten in der Regel ein Alter von 2 ¾—3 Jahren.

Tiere, die im August 1903 ausschlüpften, gingen im Juli und August 1906 ein.

L. cinereoniger, die am 22. und 23. Oktober 1904 ausschlüpften, starben zwischen 18. Juli und 10. Oktober 1907.

Ein von Jugend auf isolierter *L. cinereoniger*, der am 3. September 1905 ausschlüpfte, ging am 1. September 1908 ein, während ein anderer isolierter *L. cinereoniger*, der ebenfalls am 3. September 1905 ausgeschlüpft war, am 17. September 1908 starb.

12. Amalia marginata

wurde mit einem Alter von 6—9½ Monaten geschlechtsreif und erreichte ein Lebensalter von 2¾—3 Jahren.

Amalien, die im März 1905 die Eihülle verließen und mit einem Alter von 8 Monaten die ersten Eier absetzten, gingen Ende Dezember 1907 bis Mitte Februar 1908 ein.

Solche, die im Mai 1907 ausschlüpften und mit einem Alter von 11 Monaten die ersten Eier absetzten, starben im April und Mai 1910.

13. Campylaea cingulata

erreichte ein Lebensalter von 4 und 5 Jahren.

Vierjährig wurden jene Tiere, die schon am Ende des ersten Lebensjahres geschlechtsreif waren, und fünfjährig solche, die erst gegen Ende des zweiten Lebensjahres fortpflanzungsfähig wurden.

14. Helix arbustorum

stimmte mit *Campylaea cingulata* überein in: Embryonalentwicklung, Lebensweise, Wachstum und Geschlechtsreife sowie im Bau der Sexualorgane und in der Eiablage während der ersten Legeperiode. Die Eier waren durch nichts voneinander zu unterscheiden.

Ich sage „in der Eiablage während der ersten Legeperiode", weil ich *Helix arbustorum* nicht bis zum Eintritt des natürlichen Todes behalten konnte, da ich infolge Ernennung zum Schulaufsichtsbeamten keine Zeit zu weiteren Zuchtversuchen fand und deshalb meine Schneckenzucht am 30. September 1910 aufgeben mußte.

Nach dem Gesagten aber ist anzunehmen, daß *Helix arbustorum* auch im Lebensalter mit *Campylaea cingulata* übereinstimmt.

15. Helix pomatia

wurde im Frühling des dritten bezw. des vierten Lebensjahres geschlechtsreif, legte dann in diesem und in jedem der drei folgen-

den Sommer in der Regel je einmal 40—65 Eier ab und ging dann im Herbst oder Winter ein. Mithin erreichte sie ein Lebensalter von 6—7 Jahren.

Von einem Schalenzuwachs nach eingetretener Geschlechtsreife war nichts wahrzunehmen.

16. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Die Lebensdauer der von mir gezüchteten Landpulmonaten schwankte zwischen 1 und 7 Jahren.

Abgesehen von jenen Tieren, die unter besonderen Bedingungen etwas älter wurden, oder etwas früher starben als ihre Artgenossen, sind im großen und ganzen

a) einjährig: alle *Arion*-Arten, *Limax agrestis* und *L. tenellus;*

b) zweieinhalb- bis dreijährig: *Limax arborum*, *L. cinereus*, *L. cinereoniger*, *L. variegatus* und *Amalia marginata;*

c) vier- bis fünfjährig: *Campylaea cingulata.*

d) sechs- bis siebenjährig: *Helix pomatia.*

Von allen Nacktschnecken sind die *Arionen* die langsamsten, während die *Limaces* relativ sehr lebhaft sind. Würden die langsamen Tiere, wie das schon behauptet wurde, älter werden als die lebhaften, so müßten die *Arionen* die langlebigsten Schnecken sein; in Wirklichkeit aber gehören sie zu den kurzlebigsten.

Amalia marginata vereinigt in sich Eigenschaften der *Arionen* und *Limaces:* Sie hat das Pneumostom hinter der Mantelmitte und den Habitus eines *Limax*, ist aber langsam und träg wie ein *Arion.*

Ihre Eier besitzen wie die der *Limaces* dicke Gallerthüllen, die auch im Wasser nicht platzen, haben aber Kalkeinlagerungen wie die *Arionen*-Eier; doch gleichen die Embryonen durch ihre Schwanzblase jenen der *Limaces.*

Amalia wird im ersten Lebensjahre geschlechtsreif wie ein *Arion*, erreicht aber trotzdem ein Alter von drei Jahren wie *L. cinereoniger.*

Obgleich *Limax cinereus* und *L. cinereoniger* in Embryonalentwicklung, Wachstum, Geschlechtsreife und Vermehrung miteinander übereinstimmen, halte ich sie aus folgenden Gründen für zwei verschiedene Arten:

a) *L. cinereus* hat ein größeres Wasserbedürfnis als *L. cinereoniger* und erträgt auch einen bedeutend höheren Austrocknungsgrad als dieser.

b) *L. cinereus* verfärbt sich rascher als *L. cinereoniger.*

c) *L. cinereus* greift andere Nacktschnecken an und frißt sie auf, *L. cinereoniger* nicht.

d) Wurden gleichaltrige, geschlechtsreife Individuen behufs Kreuzung zusammengesperrt, so wurde der *L. cinereoniger* vom *L. cinereus* regelmäßig an- und aufgefressen.

e) *Limax cinereus* hat einen relativ viel kürzeren Penis als *L. cinereoniger.* Bei *L. cinereus* ist er nur etwa halb so lang, bei *L. cinereoniger* aber so lang als der Körper.

VII. Kapitel.

Selbstbefruchtung und Zuchtversuche bei Selbstbefruchtung.

1. Selbstbefruchtung.

Unsere Landpulmonaten sind Hermaphroditen. Eier und Sperma werden in der Zwitterdrüse erzeugt und durch den Zwittergang in ein Divertikel geführt, das in die Eiweißdrüse eingebettet ist und das oberste Ende des Spermaovidukts repräsentiert.

Die Ausführgänge der Eiweißdrüse münden nicht in das Divertikel selbst, sondern etwas mehr distal in den Uterus.

Vom Divertikel aus trennen sich die Wege für Sperma und Eier. Die Spermatozoen wandern durch die Prostata und das Vas deferens und von da zum Penis.

Die Eier aber wandern durch den Eileiter, wo sie mit dem Eiweiß und den Hüllen umgeben werden.

Bleiben die Leitungswege für Sperma und Eier getrennt, wie dies bei den wasserbewohnenden Pulmonaten (*Limnaeen*) der Fall ist, so finden sich zwei Geschlechtsöffnungen, eine männliche und eine weibliche. Beide liegen an der rechten Seite des Halses. Die männliche Öffnung liegt weiter vorn und ist bei *Limnaea* relativ weit von der weiblichen entfernt.

Vereinigen sich die Leitungswege für Sperma und Eier vor ihrer Ausmündung zu einem gemeinsamen Endkanal (Atrium), wie bei den meisten Landpulmonaten, so findet sich nur eine Geschlechtsöffnung. (Siehe Fig. 36, 38, 39 u. 48 S. 356, 358, 359 u. 410.)

Obgleich Eier und Sperma in der gemeinsamen Zwitterdrüse erzeugt werden und durch einen gemeinsamen Kanal, den Zwittergang, austreten, so erachtete man eine Selbst-

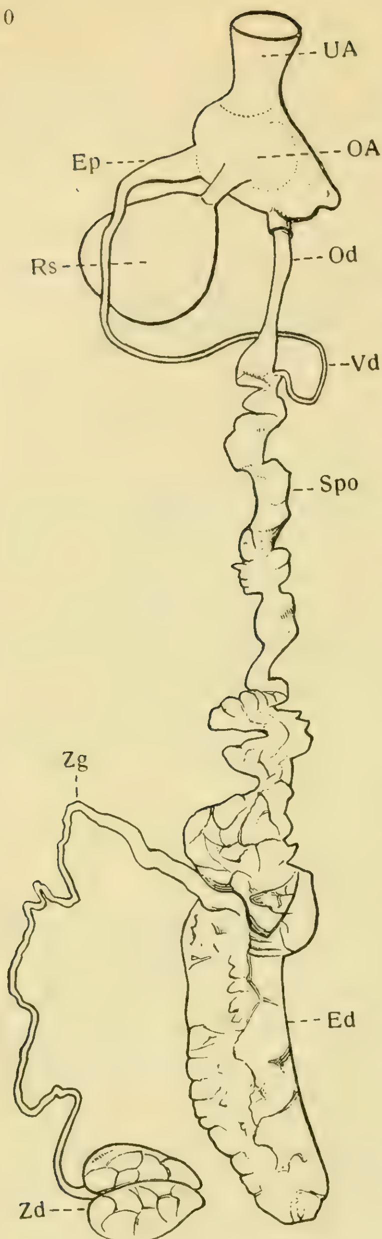


Fig. 48.
Sexualorgane eines *Arion empiricorum*, der nach der ersten Eiablage getötet wurde. (Natürliche Größe.)
Zd = Zwitterdrüse. Zg = Zwittergang. Ed = Eiweißdrüse. Spo = Spermaovidukt. Vd = Vas deferens. Ep = Epiphallus. Od = Ovidukt. Rs = Receptaculum seminis. OA = Oberes Atrium. UA = Unteres Atrium.

befruchtung ohne vorhergegangene Selbstbegattung für ausgeschlossen.

Nach Semper (98. S. 60) ist eine innere Selbstbefruchtung, d. h. eine Befruchtung ohne vorhergegangene Selbstbegattung unmöglich, weil die im Zwittergang befindlichen Spermatozoen (98. S. 52) noch unentwickelt seien und erst nach der Übertragung in das Receptaculum befruchtungsfähig würden.

Daß Lorenz Oken (Iris 1817 S. 320) von einer isolierten *Limnaea auricularia* und Robin (98. S. 53) von einer isolierten *Limnaea stagnalis* Eier erhielt, aus denen sich Junge entwickelten, führt Semper (98. S. 53) auf Selbstbegattung zurück.

Bestärkt wurde er in dieser Annahme durch folgende Beobachtung: An einem warmen Junitage des Jahres 1835 fand K. E. v. Baer (1. S. 224) eine *Limnaea auricularia*, „die ihre Rute in ihre eigene weibliche Geschlechtsöffnung eingeführt hatte.“ Um sicher zu sein, daß er sich nicht getäuscht habe, durchschnitt er die Rute und zog sie dann langsam heraus. Sie steckte tatsächlich in der weiblichen Genitalöffnung.

Semper schloß daraus, „daß alle diejenigen, welche die Ent-

wicklung von Eiern aus unbegatteten Tieren beobachtet und zur Erklärung dieses Vorganges eine innere Selbstbefruchtung angenommen haben, nur nicht die bei ihren Schnecken wirklich erfolgte Selbstbegattung bemerkt haben."

Was mir selbst bei Zuchtversuchen mit *Limaea stagnalis* auffiel (62. S. 72) war die große Beweglichkeit des ausgestülpten Penis. Er sah aus wie eine große Planarie, bewegte sich wie suchend nach unten, vorn und hinten und krümmte sich sehr stark und unter kleinem Bogen gegen die weibliche Genitalöffnung.

Seit ich das gesehen, bin ich überzeugt, daß bei den *Limnaeen* eine Selbstbegattung möglich ist und in Ermanglung eines Partners wohl auch ausgeführt werden dürfte.

M. Braun (12. S. 18—20) isolierte im Jahre 1887 einige aus dem Ei gezogene *Limnaea auricularia*, die sich dann im August 1888 vermehrten, ohne mit einem andern Individuum kopuliert zu haben. — Braun hatte zwar keine Selbstbegattung beobachtet, nimmt aber an, daß eine solche stattgefunden habe, da Parthenogenese, soviel man wisse, bei den Schnecken nicht vorkomme und das eigene Sperma nur dann die Eier befruchten könne, wenn es zuvor in das Receptaculum seminis gelange, was aber nur von außen her, also durch Selbstbegattung möglich sei.

Bei den Landpulmonaten ist eine Selbstbegattung unmöglich, da sie nur eine einzige Geschlechtsöffnung besitzen und deshalb außerstande sind, den Penis in die eigene Vagina einzuführen. Darnach wäre bei ihnen auch eine Selbstbefruchtung ausgeschlossen.

Aus dem Bau der Sexualorgane einer gewissen *Testacelliden*-Gruppe (der kaukasischen Raublungenschnecken) schloß Simroth (106), daß das Sperma in das eigene Receptaculum gelangen könnte, ohne daß der Penis ausgestülpt würde.

Arnold Lang (68. S. 443) zweifelte nie daran, daß Selbstbefruchtung bei der Gattung *Helix* nicht vorkommt, stellte aber trotzdem eine Reihe von Versuchen an mit *Helix pomatia*, *H. aspersa*, *H. arbustorum*, *H. hortensis*, *H. nemoralis* und *H. silvatica*. „Kein einziges dieser unbefruchteten Tiere hat je entwicklungsfähige Eier abgelegt." Dagegen konnte Lang konstatieren, daß unbefruchtete *H. pomatia* und *H. aspersa* in der Tat Eier legten, die sich aber in keinem Falle entwickelten.

Buresch (15), der im Jahre 1911 die Keimdrüse von *Helix arbustorum* untersuchte, fand, daß bei dieser Schnecke und bei *Arion empiricorum* das Keimepithel der Zwitterdrüse vor der Eiablage degeneriert und die Bildung neuer Geschlechtselemente aufhört, weil es kein Epithel mehr gibt, aus dem sie sich bilden könnten.

„Nach der Zerstörung des Keimepithels“, sagt Buresch (15. S. 338), „ergreift die Degeneration auch die noch in der Zwitterdrüse sich befindenden Spermatogonien und Spermatozyten. Die Spermien, welche sich in diesem Moment noch in der Drüse befinden, gelangen noch durch den Zwittergang in die Penistasche (Epiphallus), wo sie eine neue Spermatophore bilden können. Neue Spermatogonien entwickeln sich aber nicht mehr.“

Bei *Arion empiricorum* findet nach Buresch (S. 338) eine Selbstbefruchtung nicht statt, „weil erst nach der Vernichtung der männlichen Geschlechtselemente durch Degeneration die Eier von der Follikelwand befreit werden.“ Bis dahin sind auch der Zwittergang und der oberste Teil des Uterus frei von eigenem Sperma geworden. „Die Begattung ist vollendet, und das Receptaculum seminis enthält schon eine oder mehrere Spermatophoren. Sie lösen sich auf, und die Spermien legen den freien Weg zu der Zwitterdrüse zurück. Auf ihrem Wege begegnen sie den reifen Eiern und befruchten sie.“

Buresch kommt daher zu dem Schluß (15. S. 339 und 340): „Bei den Stylommatophoren *Helix* und *Arion* kann eine Selbstbegattung nicht stattfinden, darum ist auch eine Selbstbefruchtung unmöglich. — Bei solchen Arten, welche mehrere Jahre leben und welche jedes Jahr einmal Eier zu legen fähig sind, wird das Keimepithel wahrscheinlich jedes Jahr wieder regeneriert.“

Tatsächliche Beobachtungen über Selbstbefruchtung bei den Landpulmonaten waren bisher nicht gemacht worden.

Wie ich schon mehrmals hervorgehoben habe, mußte ich durch meine Zuchtversuche erst ermitteln: in welchem Alter die Schnecken geschlechtsreif werden, wie oft sie kopulieren und Eier absetzen, welches Lebensalter sie erreichen u. s. f.

Festgestellt habe ich: daß Zwitterdrüse und Zwittergang am ehesten entwickelt sind, daß die ausgebildeten, freien Spermatozoen die Zwitterdrüse verlassen und sich im Zwittergang ansammeln, daß die Schnekken kopulieren, ehe die Eiweißdrüse entwickelt ist, daß diese aber 1—2 Monate nach der ersten Begattung ihre volle Größe erreicht, daß bis dorthin auch die ersten Eier reif geworden sind und die Tiere zur Eiablage schreiten.

Ferner wurde festgestellt, daß alle *Arionen*, *Limax agrestis* und *L. tenellus* nur **eine**, *Limax cinereus* und *L. cinereoniger* **zwei**, *L. variegatus* und *Amalia marginata* aber **drei Legeperioden** haben.

Bei *Arion emp.* währte die Legeperiode in der Regel zwei Monate. Die Anzahl der Gelege schwankte zwischen 3 und 8 und die Gesamteierzahl zwischen 300 und 500.

Abgelegt wurden die Eier in größeren und kleineren Zwischenräumen.

Ein *Ar. emp.*, dessen Legeperiode vom 15. September bis 23. November währte, setzte zum Beispiel in Zwischenräumen von 39, 8, 11, 16, 4, 12 und 9 Tagen acht Gelege ab.

Bei einem anderen *Ar. empiricorum*, der vom 12. August bis 16. Oktober nur drei Eisätze abgab, lagen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Legegeschäften 48 und 17 Tage.

Zur Begattung schritten die *Ar. empiricorum* wiederholt, nicht nur vor der ersten Eiablage, sondern auch nach dieser und den folgenden 2 bis 3 Legegeschäften.

Bei allen Begattungen wurden, wie ich mich durch Öffnen mancher Paare überzeugte, die Spermatophoren gegenseitig ausgetauscht, und weder die Zwitterdrüse noch der Zwittergang waren frei von Spermatozoen. Erst nach der letzten Eiablage waren in der Zwitterdrüse keine und im Zwittergang nur wenig Spermien mehr anzutreffen.

Auch bei *Arionen*, die von Jugend auf isoliert waren, also nie eine Gelegenheit zur Begattung hatten, wurden nach dem ersten und zweiten Legegeschäft noch Spermatozoen erzeugt, was ich durch Untersuchung der Zwitterdrüse feststellte.

Entgegen den Befunden Bureschs folgt hieraus:

a) Die Zwitterdrüse erzeugt auch nach der ersten Eiablage noch Sperma und Eier.

b) Das Keimdrüsenepithel degeneriert bei den *Arionen* nicht vor Beginn der Eiablage, sondern gegen Ende der Legeperiode.

c) Während der Eiablage enthält der Zwittergang noch eigenes, nicht degeneriertes Sperma; mithin müßte, wenn diese Spermatozoen tatsächlich zur Befruchtung fähig wären, regelmäßig Selbstbefruchtung eintreten.

Wahrscheinlich hatte Buresch zu seinen Untersuchungen ältere *Ar. empiricorum* herangezogen, die zuvor schon Eier abgesetzt hatten, also am Ende der Legeperiode angekommen waren. Wären sie am Anfang derselben gestanden, so wären die Untersuchungsergebnisse sicher anders ausgefallen.

Bei vier- und fünfjährigen *Helix pomatia*, die im Juli oder August ihre Eier abgesetzt hatten und dann Ende September untersucht wurden, enthielt die Zwitterdrüse reife Spermatozoen, und der Zwittergang war mit solchen vollgepfropft.

Campylaea cingulata, die im Juni 1906 ausgeschlüpft waren, legten im Sommer 1907, 1908 und 1909 mehrmals Eier ab und wurden dann am 10. Oktober 1909 seziert. Weder die Zwitterdrüse noch der Zwittergang waren frei von Spermatozoen.

Amalia marginata, die im Juni die zweite Legeperiode abgeschlossen hatten und im nächsten November in die dritte Legeperiode eingetreten wären, wurden im August seziert.

Zwitterdrüse und Zwittergang enthielten Spermatozoen, die zum Teil lebhafte Bewegung zeigten.

Ähnlich waren die Befunde bei *Amalien* und *Limax cinereoniger*, die nach der ersten Legeperiode untersucht wurden.

Diese Befunde zeigen, daß bei jenen Schnecken, die 2 oder mehr Legeperioden haben, die männlichen Geschlechtselemente und das Keimdrüsenepithel nicht nach jeder Legeperiode degenerieren, sondern erhalten bleiben.

Bei *Limax cinereoniger*, die ich in geschlechtsreifem Zustande sammelte und dann isoliert hielt, fiel mir auf, daß sie nicht nur im ersten, sondern auch im zweiten Sommer entwicklungsfähige Eier absetzten.

Ich vermutete, daß die Tiere, ehe ich sie sammelte, mit einem Artgenossen kopuliert hatten und schloß: Entweder ist das bei der Begattung in das Receptaculum aufgenommene Sperma $^5/_4$ Jahre lang lebensfähig geblieben, oder es hat im zweiten Jahre Selbstbefruchtung stattgefunden.

Um zu ermitteln, ob Selbstbefruchtung möglich ist und ob *Arionen*, die keine Gelegenheit zur Kopulation haben, eine Spermatophore ausstoßen, isolierte ich im Frühling 1904, bezw. 1905, eine größere Anzahl *Limax cinereoniger* und *Arion empiricorum.*

Die *L. cinereoniger* waren im September 1903 ausgeschlüpft und wurden erst im Sommer 1905 geschlechtsreif. Isoliert wurden sie im März 1904.

Die *Arionen* hatten im September 1904 die Eihülle verlassen. Es waren 149 Stück und entstammten ein und demselben Gelege. Im Januar 1905 isolierte ich 20 Tiere so, daß jedes seinen eigenen Stall erhielt, während die übrigen in zwei großen Ställen untergebracht wurden.

Als im Juli 1905 die in den gemeinsamen Ställen gehaltenen *Arionen* mit der Kopulation begannen, setzte ich die isolierten Schnecken, um sie besser beobachten zu können, in große Zinkschachteln, die etwas Moos enthielten, und sezierte in den folgenden 18 Tagen täglich je ein Tier, während ich zwei *Arionen* behufs weiterer Beobachtung in Pflege behielt.

Bei den sezierten Tieren traf ich eine Spermatophore weder im Epiphallus noch im Receptaculum an, und da eine solche auch nach außen nicht abgegeben worden

war, hatte bei den isolierten Tieren die sexuelle Erregung den Höhepunkt nicht erreicht; denn sonst hätte eine Spermatophore gebildet werden müssen.

Trotz alledem aber waren die Sektionsbefunde äußerst interessant: Bei allen Tieren traf ich im Vas deferens und Epiphallus geschwänzte, im Receptaculum hingegen ungeschwänzte Spermatozoen, also Spermatozoenköpfe an.

Mit größtem Interesse öffnete ich nun auch einige der isolierten *Limax cinereoniger* und fand auch hier im Vas deferens und Penis geschwänzte, im Receptaculum aber ungeschwänzte und geschwänzte Spermatozoen. Letztere waren wahrscheinlich erst später eingewandert, weshalb die Schwanzfäden noch nicht aufgelöst waren.

Es ist also gar nicht nötig, daß eine Selbstbegattung stattfindet; die Spermatozoen gelangen auch ohne eine solche in das Receptaculum seminis.

Ganz von selbst ergab sich aus diesen Befunden der Schluß:

Gelangt das eigene Sperma in das eigene Receptaculum, und erfährt es dort dieselben Veränderungen wie das bei der Kopulation übertragene fremde Sperma, so muß es ebensogut zur Befruchtung tauglich sein wie jenes, d. h. es muß Selbstbefruchtung stattfinden.

Mit Spannung verfolgte ich nun den weiteren Verlauf der Sache. Am 20. August 1905 setzte ein isolierter *Limax cinereoniger* und am 28. August ein isolierter *Arion empiricorum* Eier ab, und nun folgten die Eisätze ebenso regelmäßig aufeinander wie bei ihren Geschwistern, die Gelegenheit zur Begattung hatten und erst nach der ersten Eiablage isoliert wurden.

Furchung und Embryonalentwicklung der selbstbefruchteten Eier verliefen normal, und fast jedes Ei — bei *L. cinereoniger* waren es **96**% — lieferte eine junge Schnecke.

In den folgenden Jahren isolierte ich dann auch junge, nicht geschlechtsreife *Arion simrothi*, *Ar. sub-*

fuscus, *Arion hortensis*, *Ar. minimus*, *Limax cinereus* und *L. variegatus.*

Wie bei *Ar. emp.* und *Limax cinereoniger* wanderten auch bei ihnen die Spermien in das eigene Receptaculum seminis und verloren dort den Schwanzfaden, und wie jene, so vermehrten sich auch die isolierten Tiere dieser Arten ohne Kopulation mit einem Artgenossen.

Allerdings wäre noch zu beweisen, daß die Eier tatsächlich befruchtet waren und sich nicht auf parthenogenetischem Wege entwickelten.

Nach Korschelt und Heider (52c, S. 548 u. 631) wird von Eiern, die sich auf parthenogenetischem Wege entwickeln, im allgemeinen nur **ein** Richtungskörperchen gebildet.

Bei den Eiern von „*Limax*" tritt das Spermatozoon in das Ei ein, wenn dieses die erste Richtungsspindel gebildet hat, also **vor** dem Ausstoßen des ersten Richtungskörperchens. „Der weitere Fortgang des Reifungsprozesses hängt hier vom Hinzutreten des Spermatozoons ab, und die Ausstoßung des Richtungskörpers unterbleibt, wenn dies nicht stattfindet."

In den Eiern der von Jugend auf isolierten *L. cinereoniger*, *L. cinereus*, *L. variegatus*, *Ar. simrothi*, *Ar. subfuscus* und *Ar. minimus* konnte ich nun aber das Ausstoßen der beiden Richtungskörperchen beobachten, woraus sicher folgt, daß eine Reduktionsteilung stattgefunden hat, und daß die Eier befruchtet waren. Mithin findet bei den *Arionen* und *Limaces* Selbstbefruchtung statt.

Auch Arnold Lang (71. S. 250) ist der Überzeugung, daß durch meine Versuche die Selbstbefruchtung bei *Arion* und *Limax* einwandfrei bewiesen ist.

2. Zuchtversuche bei Selbstbefruchtung.

a) Arion empiricorum

wurde durch vier Generationen bei Selbstbefruchtung gezüchtet.

Wie bereits mitgeteilt, erhielt ich im Frühling 1905 aus der Gegend von Gammertingen in Hohenzollern eine Anzahl unerwachsene, tiefschwarze *Ar. empiricorum*, denen auch im erwachsenen

Zustande jede Spur von Rot fehlte. Auch die Seitenfelder der Sohle waren schwarz gefärbt. Der Körperschleim hatte eine wasserhelle oder infolge Kalkbeimischung eine milchweiße Farbe.

Durch Kopulation erzeugten die schwarzen *Ar. empiricorum* ausschließlich sepiafarbige Nachkommen mit rotgelbem Fußrand, der von schwarzen Querstrichelchen durchzogen war. Die Seitenfelder der Sohle waren dunkel pigmentiert. Der Schleim des Rückens hatte eine wasserhelle, jener der Körperseiten eine gelbliche Farbe.

Eine isolierte sepiafarbige

Stammutter

erzeugte im Sommer 1906 durch Selbstbefruchtung die

Erste Tochtergeneration.

Nach der Verfärbung hatten sämtliche Individuen eine kaffeebraune Farbe, einen roten Fußrand mit dunkeln Querstrichelchen und rotgelben Körperschleim. Die Seitenfelder der Sohle waren dunkel gefärbt.

Von der durch Selbstbefruchtung erzeugten ersten Tochtergeneration wurden abermals einige Tiere isoliert. Bei Selbstbefruchtung lieferten sie im Sommer 1907 die

Zweite Tochtergeneration.

Sämtliche Individuen waren nach der Verfärbung rotbraun, hatten einen roten Fußrand mit dunkeln Querstrichelchen und roten Körperschleim. Die Seitenfelder der Sohle waren weißgrau gefärbt.

Es wurden abermals einige Tiere isoliert, und diese erzeugten durch Selbstbefruchtung im Spätsommer 1908 die

Dritte Tochtergeneration.

Alle Individuen erhielten eine rotbraune Körperfarbe, einen roten Fußrand mit den bekannten dunkeln Querstrichelchen und roten Körperschleim; aber auch die Seitenfelder der Sohle waren rötlich gefärbt.

Die 3. Tochtergeneration erzeugte im Jahre 1909 durch Selbstbefruchtung die

Vierte Tochtergeneration,

deren Individuen sich genau so verfärbten wie ihre Mutter.

Auch sie vermehrten sich im Jahre 1910 durch Selbstbefruchtung und erzeugten so die

Fünfte Tochtergeneration.

Wie sich die Individuen dieser Generation verfärbten, kann ich leider nicht sagen, da ich, wie bereits erwähnt, am 30. September 1910 meine Schneckenzucht aufgeben mußte. Nur die durch Selbstbefruchtung erzeugten *L. cinereoniger* und eine Anzahl *Campylaeen* wurden noch bis zum Jahre 1912 von meiner Frau gepflegt.

Die durch Selbstbefruchtung erzeugten *Ar. empiricorum* verfärbten sich also genau so, wie ich es in Kapitel III für die durch Fremdbefruchtung erzeugte Varietät *Ar. ater* angegeben habe. Auch im Wachstum blieben sie nicht hinter ihren durch Fremdbefruchtung erzeugten Artgenossen zurück.

Nur das fiel mir auf, daß die isolierten Arionen der 3. und 4. Tochtergeneration, obgleich sie wahre Riesenschnecken waren, weniger Eier ablegten als die der 1. und 2. Generation.

So setzte beispielsweise ein durch Selbstbefruchtung erzeugter, isolierter *Ar. empiricorum* der 3. Generation nur 164 Eier ab und zwar:

26 am 3. September 1909,
58 „ 2. Oktober 1909 und
80 „ 24. „ 1909.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß bei fortgesetzter Inzucht durch Selbstbefruchtung die Fruchtbarkeit vermindert, die Körpergröße aber nicht beeinträchtigt wird.

b) Limax cinereoniger

wurde bei Selbstbefruchtung durch drei Generationen gezüchtet.

Als Ausgangsmaterial benützte ich einen *L. cinereoniger*, den ich in einem Buchenwalde der Gemarkung Ettlingen bei Karlsruhe im Juni 1903 fand.

Er war schneeweiß gefärbt, und auch die beiden äußeren Sohlenfelder hatten eine weiße Farbe. Nur die Augen hatten schwarzes Pigment, und auf der linken Körperseite befanden sich ein kreisrundes und ein längliches, schwarzes Fleckchen. Ersteres saß unmittelbar hinter dem Mantel und hatte (an der ausgestreckten Schnecke gemessen) einen Durchmesser von 2 mm, während das längliche Fleckchen im letzten Körperdrittel saß, 1 mm breit und 3 mm lang war.

Auch die Ommatophoren und der vom Mantel bedeckte Nacken waren etwas dunkel pigmentiert. Kroch die Schnecke, so bemerkte man da, wo sich sonst die Stammbinden befinden, zwei schmale, schwach bläuliche Längsstreifen. Es waren die beiden Venenstämme, die durch die Körperhaut zu sehen waren.

Die Schnecke war 180 mm lang und hatte eine Sohlenbreite von 21 mm.

Ich hielt das Tier stets in Einzelhaft. Im August und September 1903 setzte es 3 Gelege mit zusammen 310 Eiern und vom Juni bis Anfang August 1904 vier Gelege mit zusammen 506 Eiern ab. Siebzehn Tage nach der letzten Eiablage starb die Schnecke. Im ganzen hatte sie 310 + 506 = 816 Eier abgesetzt, die sich mit wenigen Ausnahmen entwickelten.

Da *Limax cinereoniger*, wie meine Zuchtversuche ergaben, zwei Legeperioden hat und ein Lebensalter von drei Jahren erreicht, war die Schnecke im Sommer 1901 ausgeschlüpft und im Sommer 1903 geschlechtsreif geworden.

Ob die Schnecke, ehe ich sie auffand, mit einem Artgenossen kopuliert hatte, konnte selbstredend nicht festgestellt werden; später hatte sie dazu keine Gelegenheit mehr.

Von ihren Nachkommen hatte kein einziger das Aussehen der Mutter. Nachdem sie sich verfärbt hatten, waren sie:

a) einfarbig schwarz,
b) aschgrau und schwarz gefleckt,
c) aschgrau und schwarz gestreift,
d) gelblichgrau,
e) gelblichgrau und schwarz gefleckt,
f) gelblichgrau und schwarz gestreift.

Einen gelblichgrauen *L. cinereoniger*, der im September 1903 ausgeschlüpft war und im März 1904 isoliert wurde, benützte ich als

Stammutter

für die Zuchtversuche bei Selbstbefruchtung.

Er setzte im Sommer 1905 und 1906 Eier ab und vermehrte sich nicht minder stark als seine Mutter und als diejenigen seiner Geschwister, denen es an einer Gelegenheit zur Begattung mit einem Artgenossen nicht fehlte.

Die Individuen der

Ersten Tochtergeneration,

durch Selbstbefruchtung von der gelblichgrauen Stammutter erzeugt, waren nach der Verfärbung:

a) schwarzgrau,
b) schwarzgrau und schwarz gefleckt,
c) schneeweiß, also albin.

Nur der Nacken, der beim ruhig sitzenden Tier vom Mantel bedeckt ist, war schwach gelblichbraun gefärbt.

Eines dieser albinen Tiere, das im Sommer 1905 ausgeschlüpft war und im Frühling 1906 isoliert wurde, setzte im Sommer 1907 und 1908 Eier ab und zwar:

am	25.	August	1907	=	26
,,	5.	September	1907	=	13
,,	15.	,,	1907	=	80
,,	1.	Oktober	1907	=	176
am	22.	Juli	1908	=	228
,,	9.	August	1908	=	179
			zusammen	=	702 Eier.

Am 10. August 1908 tötete ich die Schnecke, um ihre Sexualorgane zu untersuchen:

In der Zwitterdrüse und im Zwittergang befanden sich geschwänzte, im Receptaculum seminis aber ungeschwänzte und geschwänzte Spermatozoen.

Von den abgelegten Eiern entwickelten sich 96%.

Die Individuen der

Zweiten Tochtergeneration,

von dem genannten albinen *L. cinereoniger* der ersten Tochtergeneration durch Selbstbefruchtung erzeugt, wurden ausnahmslos albin.

Eines dieser albinen Tiere, das im Sommer 1907 ausgeschlüpft war, lieferte im Sommer 1909 bei Selbstbefruchtung als

Dritte Tochtergeneration

ausschließlich albine Nachkommen. Daraus erkennt man, daß die *L. cinereoniger* der 2. Tochtergeneration reinrassig waren.

Bemerkt sei, daß auch einfarbig schwarze Stammütter, die von dem im Freien aufgefundenen weißen *L. cinereoniger* erzeugt wurden, bei Selbstbefruchtung schwarze, schwarz gefleckte und albine Nachkommen lieferten.

Die durch Selbstbefruchtung erzeugten *Limax cinereoniger* gediehen ganz vorzüglich und vermehrten sich nicht minder gut als ihre durch Fremdbefruchtung erzeugten Artgenossen.

Von besonderer Bedeutung sind die Befruchtungsverhältnisse bei den Nacktschnecken für die Auffindung eines Vererbungsgesetzes, weil man bei Anwendung der Selbstbefruchtung auf dem kürzesten Wege zu reinen Rassen gelangt, die man durch Kreuzung oder Selbstbefruchtung weiter züchten kann, also gerade so, wie es MENDEL mit seinen Pflanzen gemacht hat.

Auch für die geographische Verbreitung der Schnekken ist die Selbstbefruchtung von nicht zu unterschätzendem Wert, weil ein Gebiet selbst dann von einer Schneckenart besiedelt werden kann, wenn nur ein einziges Individuum — oder gar nur ein Ei — dahin verschleppt wird.

Literatur-Verzeichnis.

1. Baer, K. E. von. Selbstbefruchtung an einer hermaphroditischen Schnecke (*Limnaeus auricularis*) beobachtet. Müllers Arch. für Anatomie, Physiologie u. wissenschaftliche Medizin. 1835. S. 224.
2. Ballerstedt, Max. Eine spinnende Schnecke. Naturwiss. Wochenschrift 1902. Neue Folge. Bd. I. Nr. 39. S. 463—465.
3. Barfurth, D. Über den Bau und die Tätigkeit der Gastropodenleber. Arch. f. mikroskopische Anatomie. Bd. 22. 1883. S. 473—520.
4. — Vergleichend-histo-chemische Untersuchungen über das Glykogen. Die Glykogenfunktion der Gastropodenleber. Arch. f. mikroskopische Anatomie. Bd. 25. 1885. S. 259—404.
5. Bethe, Albrecht. Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig. Thieme. 1903.
5a. Bezold, von Albert. Untersuchungen über die Verteilung von Wasser, organischer Materie und anorganischen Verbindungen im Tierreiche. Zeitsch. für wiss. Zool. Bd. 8. 1857. S. 487—524.
6. Biedermann, W. und Moritz, P. Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung.
II. Über ein zelluloselösendes Enzym im Lebersekret der Schnecke (*Helix pomatia*). Arch. f. ges. Physiologie. Bd. 73. 1898. S. 219 bis 287.
7. — — Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung.
III. Über die Funktion der sogenannten „Leber" der Mollusken. Arch. f. ges. Physiologie. Bd. 75. 1899. S. 1—86.
8. — Studien zur vergleichenden Physiologie der peristaltischen Bewegungen. II. Die lokomotorischen Wellen der Schneckensohle. Mit 2 Figuren und 2 Tafeln. Arch. ges. Physiologie. Bd. 107. 1905. S. 1—56.
9. — Studien zur vergleichenden Physiologie der peristaltischen Bewegungen. III. Die Innervation der Schneckensohle. Mit 3 Tafeln. Arch. ges. Physiologie. Bd. 111. 1906. S. 251—297.
10. Blochmann, F. Über die Entwicklung der *Neritina fluviatilis*. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 36. 1882. S. 125—173.
11. — Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gastropoden. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 38. 1883.
12. Braun, M. Zur Frage der Selbstbefruchtung bei den Zwitterschnecken. Humboldt. VIII. 1889. S. 18—20.
13. Bronn, H. G. Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Dritter Band. Mollusca. Neu bearbeitet von Dr. H. Simroth, Professor in Leipzig. 1908.

14. Bütschli, O. Entwicklungsgeschichtliche Beiträge. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 29. 1877.

15. Buresch, Iw. Untersuchungen über die Zwitterdrüse der Pulmonaten. I. Die Differenzierung der Keimzellen bei *Helix arbustorum*. Arch. für Zellforschung. Bd. 7. 1911/12. S. 314—343.

16. Carrière, Just. Die Drüsen im Fuße der Lamellibranchiaten. Arb. aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. 5. 1879. S. 56—92.

17. — Das Wassergefäßsystem der Lamellibranchiaten und Gastropoden. Zool. Anz. 1881. S. 433—435.

18. — Haben die Mollusken ein Wassergefäßsystem? Biol. Zentralblatt. Bd. 1. 1881—1882. S. 677—683.

19. — Die Wasseraufnahme bei Mollusken. Zool. Anz. 1883. S. 250—253.

19a. Carus, L. G. Entwicklungsgeschichte der Teichhornschnecke. Erste Beilage zu der Preisschrift von den äußeren Lebensbedingungen der weiß- und kaltblütigen Tiere. Leipzig 1824.

19b. — Neue Beobachtungen über das Drehen des Embryo im Ei der Schnecken. Im Sommer 1825 u. 1826.

20. Chemnitz, Johann Hieronymus. Neues systematisches Conchylien-Cabinett. Bd. 9. Abteilung 1. 1786.

21. Clessin, S. Das Verhalten der Mollusken im Winter. Korrespondenzblatt des zoolog.-mineralog. Vereins in Regensburg. Bd. 26. 1872. S. 114 bis 121 und S. 130—138.

22. — Deutsche Exkursions-Mollusken-Fauna. Zweite Auflage. 1884.

23. Collinge, Walter E. Some observations on certain species of Arion. Journal of Malacology. Vol. VI. 1897. No. I. S. 7—10.

23a. Cuénot. Études physiologiques sur les Gastéropodes pulmonés. Arch. de biol., 1892. S. 683—740. Nach Fürth (28) zitiert.

24. Eimer, Th. Über fadenspinnende Schnecken. Zool. Anzeiger. Bd. 1. 1878. S. 123—124.

25. Eisig, Hugo. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane von *Lymnaeus*. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 19. S. 297—321.

26. Fleischmann, A. Die Bewegung des Fußes der Lamellibranchiaten. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 42. 1885. S. 367—431.

26a. Flössner, W. Zur Biologie, Struktur u. Bildungsweise des Winterdeckels von *Helix pomatia*. Zool. Anz. Bd. 45. 1915. S. 337 bis 346.

26b. — Die Schalenstruktur von *Helix pomatia*. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 113. Heft 4. 1915. S. 546—577.

27. Fol, Hermann. Sur le développement des Gastéropodes Pulmones. Archives de zoologie expérimentale et générale. Tome VIII. 1879 et 1880.

28. Fürth, von Otto. Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903.

29. — Probleme der physiologischen und pathologischen Chemie. 1. Bd. Leipzig 1912.

30. Gaspard. Beiträge zur Physiologie der Gartenschnecke (*Helix pomatia*). Deutsches Archiv f. die Physiologie. Herausg. v. J. F. Meckel. Bd. 8. 1823. S. 243—269.

31. Gegenbaur, Carl. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Land-Pulmonaten. Inauguralabhandlung. 1852.
32. — Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855.
33. — Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. 1870.
34. — Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874.
35. Geyer, D. Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Zweite Auflage. 1909.
36. Gredler, V. Curiosum. Nachrichtenblatt der deutsch. Malakologischen Gesell. 24. Jahrgang. 1892. S. 73—74.
37. Griesbach, Hermann. Über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 38. 1883. S. 1—44.
38. — Über das Blut acephaler Mollusken. Verhandl. d. Gesell. deutsch. Naturf. und Ärzte. 63. 1891. S. 131—133.
38a. Hammarsten, Olof. Studien über Mucin u. mucinähnliche Substanzen. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 36. 1885. S. 373 bis 456.
39. Harless. Über das blaue Blut einiger wirbelloser Tiere u. dessen Kupfergehalt. Müllers Archiv 1847. S. 148—156.
40. Henze, M. Zur Kenntnis des Hämocyanins. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. 33. 1901. S. 370—384.
41. Hesse, Otto. Zum Hungerstoffwechsel der Weinbergschnecke. Zeitsch. für allgemeine Physiologie. Bd. 10. 1910. S. 273—340.
42. Heynemann, D. F. Die geographische Verbreitung der Nacktschnecken. Eine zusammenfassende kritische Darstellung unserer Kenntnisse derselben zu Anfang des 20. Jahrhunderts. Abhandl. d. Senkenbergischen Naturf. Gesell. Bd. 30. Heft 1. 1905.
43. Hoy, Thomas. Nachricht von einer spinnenden nackten Schnecke (*Limax*). Transactions of the Linnean Society of London. Vol. 1. 1791, und Magazin der Zoologie. 4. Erster Teil. 1793. S. 55—57.
44. Ihering, H. von. Zur Morphologie der Niere der sogenannten Mollusken. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 29. 1877. S. 583—614.
45. — Über die Hautdrüsen u. Hautporen der Gastropoden. Zool. Anz. Bd. 1. 1878. S. 274—275.
46. Jordan, Hermann. Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems bei Pulmonaten. Arch. ges. Physiologie. Bd. 106. 1905. S. 189 bis 228.
47. — Die Leistungen des Zentralnervensystems bei den Schnecken. Biol. Zentralbl. 26. 1906. S. 124—128 u. 143—158.
48. Kinkelin, Fr. Alter von *Helix pomatia*. Nachrichtenblatt der Deutsch. malakozool. Gesell. Jahrgang 17. 1885. S. 79—80. (Kinkelin hatte eine einzige Weinbergschnecke in Gefangenschaft.)
49. Kochs, W. Über die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen von Tieren und Pflanzensamen. Biolog. Zentralbl. Bd. 12. 1892. S. 330 bis 339.
50. Kollmann, J. Der Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchiaten, den Aplysien u. den Cephalopoden. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 26. 1876. S. 87—102.

51. Kollmann, J. *Pori aquiferi* und Intercellulargänge im Fuße der Lamellibranchiaten u. Gastropoden. Verhandl. der naturf. Gesell. Basel. Bd. 7. 1885. S. 325—351.

52. Korschelt, E. und Heider, K. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere.
a) Spezieller Teil. III. Heft. 1893.
b) Allgemeiner Teil. I. Lieferung. 1902.
c) Allgemeiner Teil. II. Lieferung. 1903.

53. — Versuche an Lumbriciden und deren Lebensdauer im Vergleich mit anderen wirbellosen Tieren. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesell. 1906. S. 113—127.

54. Kowalevsky. Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane. Biol. Zentralbl. Bd. 9. 1889/90. S. 66—70.

55. Krahelska, Marie. Über den Einfluß der Winterruhe auf den histologischen Bau einiger Landpulmonaten. Jenaische Zeitsch. f. Naturwissensch. Bd. 46. 1910. S. 363—444.

56. Krause, Ernst. Fadenspinnende Schnecken. Prometheus. 1901. No. 578. 12. Jahrgang. S. 91—93.

56a. Kühn, Walter. Beiträge zur Biologie der Weinbergschnecke (*Helix pomatia* L.) Zeitsch. für wiss. Zool. Bd. CIX. 1914. S. 128—184.

57. Künkel, Karl. Die Wasseraufnahme bei Nacktschnecken. Zool. Anz. Bd. 22. 1899. S. 388—396 und S. 401—404.

58. — Zur Biologie der Nacktschnecken.
I. Einfluß des Wassers auf das Volumen der Schnecken.
II. Luftverbrauch.
Verhandl. der Deutsch. Zool. Gesell. 1900. S. 22—31.

59. — Zur Lokomotion unserer Nacktschnecken. Zool. Anz. Bd. 26. 1903. S. 560—566.

60. — Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken (*Helix pomatia*). Zool. Anz. Bd. 26. 1903. S. 656—664.

61. — Zur Biologie des *Limax variegatus*. Zool. Anz. Bd. 27. 1904. S. 571—578.

62. — Vermehrung u. Lebensdauer der *Limnaea stagnalis* L. Nachrichtsblatt der Deutschen Malakozool. Gesell. 1908. S. 70—77.

63. — Vermehrung und Lebensdauer der Nacktschnecken. Verhandl. d. Deutsch. zool. Gesell. 1908. S. 153—161.

64. — Zuchtversuche mit *Campylaea cingulata* Studer. Abhandlungen der Senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Frankfurt am Main. Bd. 32. 1910. S. 253—267. Mit zwei Tafeln.

65. — Ein bisher unbekannter, grundlegender Faktor für die Auffindung eines Vererbungsgesetzes bei den Nacktschnecken. Verhandl. Deutsch. Naturf. und Ärzte 1911. Abteilung für Zool. u. Entomologie. S. 437—448.

66. Lang, Arnold. Kleine biologische Beobachtungen über die Weinbergschnecke (*Helix pomatia* L.). Vierteljahresschr. der naturf. Gesell. Zürich. 41. Jahrgang. 1896.

67. — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Zweite Auflage. Jena 1900.

68. Lang, Arnold. Über Vorversuche zu Untersuchungen über die Varietätenbildung von *Helix hortensis* Müller u. *Helix nemoralis* L. Festschrift zum 70. Geburtstage von Ernst Haeckel. Jena 1904. S. 439 bis 506.

69. — Über Vererbungsversuche. Mit 2 Tafeln u. 3 Fig. im Text. Verhandl. der Deutsch. zool. Gesell. 1909. S. 17—84.

70. — Über den Herzschlag von *Helix pomatia* L. während des Winterschlafes. Festschrift zum 60. Geburtstage Rich. Hertwigs. Jena. 1910. Bd. III. S. 1—14.

71. — Vererbungswissenschaftliche Miszellen. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. 8. Heft 3. 1912. S. 233—283.

72. Lehmann, R. Die lebenden Schnecken u. Muscheln der Umgebung Stettins u. in Pommern. Kassel. 1873.

72a. Lehmann, F. X. Einführung in die Mollusken-Fauna des Großherzogtums Baden. Karlsruhe, 1884.

73. Leunis, Johannes. Synopsis der Tierkunde. Dritte Auflage. Bd. I. 1883.

74. Leydig, F. Über Paludina vivipara. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 2. 1850.

75. — Über Cyclas cornea. Müllers Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1855.

76. — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt am Main. 1857.

77. — Die Hautdecke u. Schale der Gastropoden, nebst einer Übersicht der einheimischen Limacinen. Arch. f. Naturgeschichte. Bd. 42. 1876. S. 209—292.

78. Lindinger, L. Verzeichnis der in und um Erlangen beobachteten Mollusken. Abhandl. der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. Bd. 15. Heft 2. 1904.

79. — Spinnende Schnecken. Zool. Anzeiger 1905. Bd. 29. S. 605—610.

80. Martens, E. von. Zur Kenntnis der fadenspinnenden Schnecken. Zool. Anz. Bd. 1. 1878. S. 249—251.

81. Meisenheimer, Joh. Entwicklungsgeschichte von *Limax maximus* L. I. Teil. Furchung u. Keimblätterbildung. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 62. 1897. S. 415—468.

82. — Entwicklungsgeschichte von *Limax maximus* L. II. Teil. Die Larvenperiode. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 63. 1898. S. 573—664.

83. — Zur Biologie u. Physiologie des Begattungsvorganges und der Eiablage von *Helix pomatia*. Verhandl. d. Deutsch. zool. Gesellsch. 1906. S. 51—61.

84. — Die Weinbergschnecke. Leipzig. 1912.

85. Nalepa, Alfred. Die Intercellularräume des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Bd. 88. I. Abteilung 1883. S. 1180—1189.

86. Nüsslin, Otto. Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Pulmonaten. I. Das Vorkommen eines Verbindungskanals zwischen Niere u. Perikardialraum bei *Helix*.
II. Gewichtsveränderungen durch Abgabe u. Aufnahme von Wasser bei *Helix* u. *Arion*. Habilitationsschrift. Tübingen. 1879.

87. Platner, Gustav. Die Struktur u. Bewegung der Samenfäden bei den einheimischen Lungenschnecken. Inaugural-Dissertation. Göttingen. 1885.

88. — Über die Befruchtung bei *Arion empiricorum*. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 27. 1886. S. 32—72.

88a. Pott. Vergleichende Untersuchungen über die Mengenverhältnisse der durch Respiration u. Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure bei verschiedenen Tierspezies in gleichen Zeiträumen. Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen. Bd. 18. 1875. S. 81—166.

89. Rabl, Carl. Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morpholog. Jahrb. Bd. 5. 1879. S. 562—660.

89a. Schapiro, J. Über Ursache u. Zweck des Hermaphroditismus, seine Beziehungen zur Lebensdauer u. Variation mit besonderer Berücksichtigung einiger Nacktschnecken. Biol. Zentralbl. Bd. 22. 1902. S. 97 bis 108 u. 136—151.

90. Schiemenz, Paul. Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden. Mitteilungen aus der zool. Station Neapel. Bd. 5. 1884.

91. — Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten u. Gastropoden (einschließlich der Pteropoden). Mitteilungen der zool. Station Neapel. Bd. 7. 1886—1887. S. 423—472.

92. — Die Entwicklung der Genitalorgane bei den Gastropoden. Biol. Zentralbl. Bd. 7. 1888.

93. Schmidt, Adolf. Der Geschlechtsapparat der Stylommatophoren. Berlin 1855.

94. Schmidt, Ferdinand. Die Furchung u. Keimblätterbildung der Stylommatophoren. Zool. Jahrbücher. Abteil. für Anat. u. Ontog. Bd. 7. 1894. S. 688—717.

95. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Stylommatophoren. Zool. Jahrb. Abt. für Anat. u. Ontog. Bd. 8. 1895. S. 318 bis 341.

96. Seibert, Hermann. Zur Kenntnis unserer Nacktschnecken. Nachrichtenbl. der Deutsch. Malakozool. Gesell. 1872. S. 83—87.

97. — Zur Kenntnis unserer Nacktschnecken. Malakozoologische Blätter. Bd. 21. 1873. S. 190—203.

98. Semper, Carl. Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Pulmonaten. Inauguraldissertation. 1856.

99. — Über Wachstumsbedingungen des Lymnaeus stagnalis. Arb. zool. Instit. Würzburg. Bd. 1. 1874. S. 137—167.

100. — Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere. 1. 1880.

101. Simroth, H. Die Tätigkeit der willkürlichen Muskulatur unserer Landschnecken. Zeitsch. für wiss. Zool. Bd. 30. Supplement. 1878.

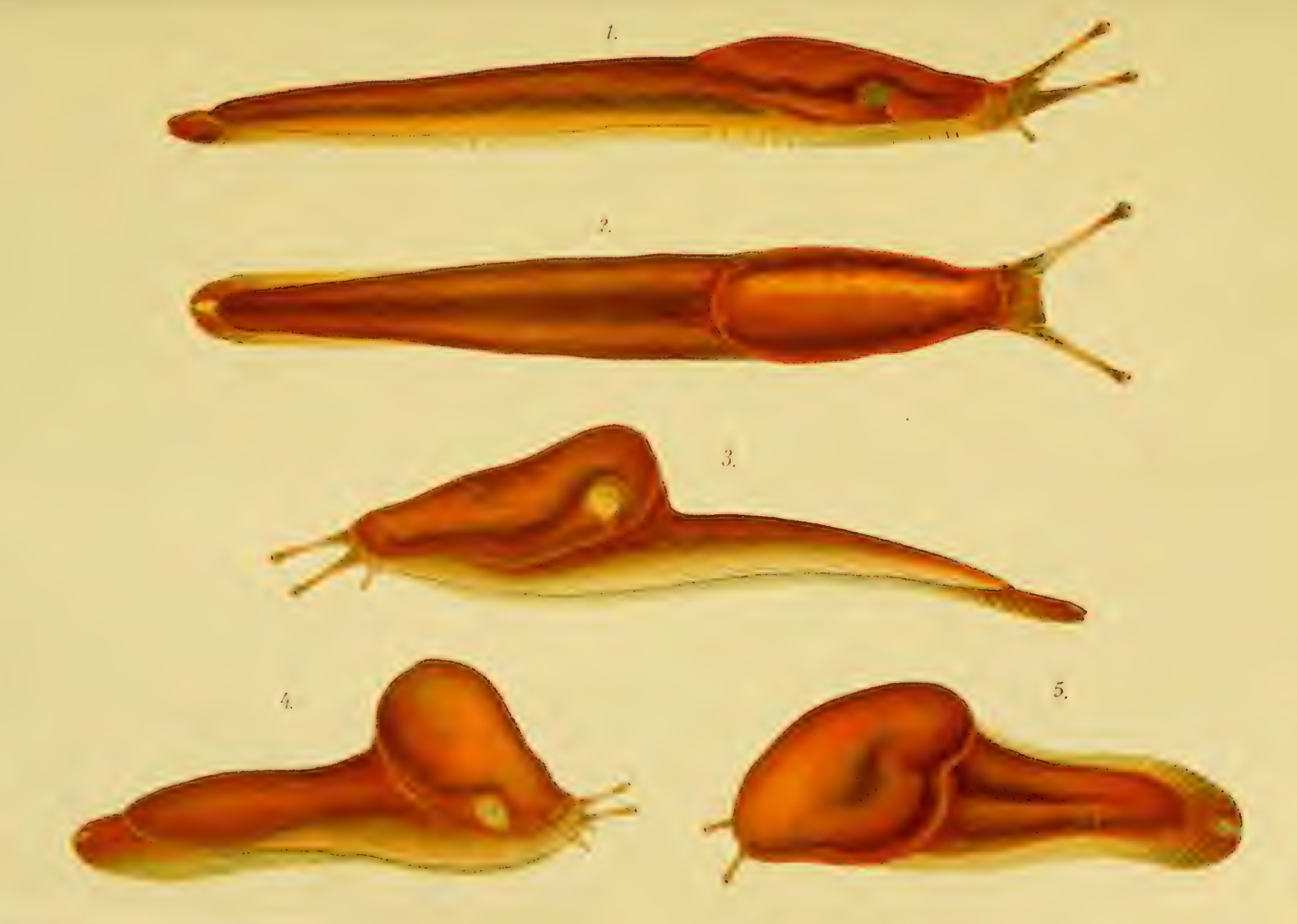
102. — Die Bewegung unserer Landschnecken, hauptsächlich erörtert an der Sohle des *Limax cinereoniger* Wolf. Zeitsch. f. wissensch. Zool. Bd. 32. 1879. S. 284—322.

103. — Über die Bewegung und das Bewegungsorgan von *Cyclostoma elegans* und der einheimischen Schnecken überhaupt. Zeitsch. für wiss. Zool. Bd. 36. 1882.

104. Simroth, H. Versuch einer Naturgeschichte der deutschen Nacktschnecken und ihrer europäischen Verwandten. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 42. 1885.
105. — Die Entstehung der Landtiere. Leipzig 1891.
106. — Über Selbstbefruchtung bei Lungenschnecken. Verhandlungen der Deutsch. Zool. Gesell. 1900. S. 143—147.
107. — Neue Arbeiten über die Morphologie und Biologie der Gastropoden. Zool. Zentralbl. 7. Jahrgang. 1900.
108. — Zur Natur- u. Entstehungsgeschichte der Südalpen. Extrait des Comptes rendus du 6e Congrès international de Zoologie. Session de Berne 1904. S. 588—608.
109. — Über zwei seltene Mißbildungen an Nacktschnecken. Mit einer Tafel. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 82. 1905. S. 494—522. (Beschreibt den von K. Künkel gezüchteten buckligen *Ar. simrothi*).
110. — Die Aufklärung der südafrikanischen Nacktschneckenfauna, auf Grund des von Herrn Dr. L. Schultze mitgebrachten Materials. Zool. Anz. Bd. 31. 1907. S. 792—799.
111. — Die Pendulations-Theorie. Leipzig 1907.
112. — Nacktschneckenstudien in den Südalpen. Mit 2 Tafeln und 14 Abbildungen im Text. Abhandlungen der Senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Frankfurt a. Main. 1910. S. 275 bis 348.
113. Sochaczewer. Das Riechorgan der Landpulmonaten. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. 35. 1881. S. 30—46.
114. Tangel, Franz. Untersuchungen über die Beteiligung der Eischale am Stoffwechsel des Eiinhaltes während der Bebrütung. Archiv ges. Physiologie. Bd. 121. 1908. S. 423—436.
114a. Vernon. The relation of the respiratory exchange of cold-blooded animals to temperature. Journ. of Physiol. 21. 1897. S. 443 bis 496. Nach Fürth (28) zitiert.
114b. Wicke, B. Chemisch-physiologische Notizen. Ann. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 125. 1863. S. 78—80.
115. Yung, Emile. Contributions à l'histoire physiologique de l'escargot (*Helix pomatia*). Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publ. par l'Acad. Royale des sciences, des lettres, et des Beaux-Arts de Belgique. Tome XLIX. Bruxelles. 1888.

Sachregister.

Die beigesetzten Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

CARL WINTERS UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG
HEIDELBERG

VERZEICHNIS

einzeln käuflicher Arbeiten aus den «Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg».

BUDDENBROCK, W. VON. Über die Funktion der Statocysten von Branchiomna vesiculosum. Mit 2 Abbildungen. —.80 M. 1913.

EWALD, AUGUST. Über den Bau, die Entladung und die Entwicklung der Nesselkapseln von Hydra und Porpita Mediterranea, nebst einigen histologischen Bemerkungen über die letztere Form. Mit 2 Tafeln und 7 Textabbildungen. 2 M. 1915.

KLEBS, G. Über Flagellaten- und algenähnliche Peridineen. Mit 1 Tafel und 15 Abbildungen im Text. 3.50 M. 1912.

LAUTERBORN, R. Die sapropelische Lebewelt. Ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. Mit 1 Tafel. 3.50 M. 1915.

SALOMON, W. Arietites sp. im schiefrigen Granat-führenden Biotit-Zoisit-Hornfels der Bedretto-Zone des Nufenen-Passes (Schweiz). Mit 2 Tafeln. 1 M. 1911.

SCHRÖDER, OLAW. Weitere Mitteilungen zur Kenntnis der Buddenbrockia Plumatellae OL. SCHRÖDER. Mit 13 Textfiguren. —.80 M. 1912.

CARL WINTERS UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG
HEIDELBERG

VERZEICHNIS

einzeln käuflicher Arbeiten von den «Sitzungsberichten der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Mathematisch - naturwissenschaftliche Klasse.»

von Buddenbrock, W. Untersuchungen über die Schwimmbewegungen und die Statocysten der Gattung Pekten. Mit 9 Abbildungen. (1911. 28.) —,80 M.

— Über das Vorhandensein des Lichtrückenreflexes bei Insekten sowie bei dem Krebse Branchipus grubei. Mit 1 Abbildung. (1915. B. 1.) —,50 M.

Bütschli, O. Bemerkungen zur mechanischen Erklärung der Gastrula-Invagination. Mit 2 Abb. (1915. B. 2.) —,50 M.

Gerwerzhagen, Ad. Untersuchungen an Bryozoen (vorläufige Mitteilung). Mit 6 Abbildungen. (1913. B. 9.) —,60 M.

— Zur Organisation der Heteropoden. Über Gefäßsystem, Leibeshöhle und Niere der Pterotracheen. Mit 8 Abbildungen. (1914. B. 6.) —,75 M.

Haller, B. Über den Großhirnmantel des Känguruh (Makropus rufus), eine Erklärung für das Fehlen des Balkens. Mit 2 Tafeln und 9 Abbildungen. (1911. 15.) 1,80 M.

— Über das Zentralnervensystem des Skorpions und der Spinne. (1912. B. 5.) —,25 M.

— Die Intelligenzsphären (Globuli) des Molluskengehirns. (1913. B. 1.) —,25 M.

Hamburger, Clara. Studien über Euglena Ehrenbergii, insbesondere über die Körperhülle. Mit 1 Tafel. (1911. 4.) 1,— M.

Herbst, Curt. Vererbungsstudien. VIII: Die Bastardierung von Eiern mit ruhenden Riesenkernen. IX: Der Einfluß der Behandlung der Geschlechtsprodukte mit Ammoniak auf ihre Fähigkeit, die elterlichen Eigenschaften zu übertragen. (1913. B. 8.) 1,— M.

Schröder, O. Eine neue Mesozoenart (Buddenbrockia plumatellae n. g. n. sp.) aus Plumatella repens L. und Pl. fungosa Pall. Mit 15 Abbildungen. (1910. 6.) —,40 M.


LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES